

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE TRATAMIENTOS
SUPERFICIALES EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN
DE TRÁNSITO-TRAMO ZUÑIGA-DV. YAUYOS**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

EUGENIA MARINA ACERO CARRIÓN

Lima- Perú

2011

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

SOLICITO: Sustentación de Tesis

Señor Doctor:

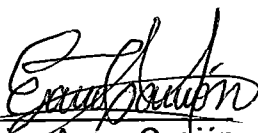
**JAVIER PIQUÉ DEL POZO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
S.D.**

Yo, **EUGENIA MARINA ACERO CARRION**, con DNI N° 42641232, con código UNI N° 20040218A egresada de la promoción 2008 II, de la especialidad de INGENIERÍA CIVIL, ante Ud. con el debido respeto me presento y expongo:

Que, deseando optar el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, con la sustentación de Tesis titulado: **"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO – TRAMO ZUÑIGA-DV. YAUYOS"**, asesorado por el Ing. Samuel Mora Quiñones, solicito a usted, se sirva tramitar a quien corresponda la programación y sustentación de mi Tesis, con los Miembros del Jurado de Sustentación designado

Por lo expuesto, agradezco la atención que brinde a la presente.

Lima, 11 de Julio del 2011


Eugenia Marina Acero Carrión
20040218A

Adjunto:

- Plan de Tesis original oficializado
- Constancia de egresado original
- Certificados de Estudios depurados de Notas original
- Copia legalizada del grado académico de bachiller por el fedatario UNI
- Hoja de No adeudos sellados
- Recibo por título profesional

PLAN DE TESIS

TÍTULO : EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO – TRAMO ZUÑIGA- DV. YAUYOS.

TESISTA : Acero Carrión Eugenia Marina

CÓDIGO : 20040218A



02 JUL. 2009

ASESOR : Ing. Samuel Mora Quiñones
Dpto. Académico de Topografía y Vías de Transporte

ANTECEDENTES

El tramo Zuñiga- Dv. Yauyos, forma parte de la carretera Cañete-Lunahuana-Pacarán- Dv. Yauyos- Ronchas-Chupaca, esta carretera representa una alternativa diferente a la Carretera Central para llegar a Huancayo, la mayor parte de la vía se construyó a nivel de afirmado, presentando diversos tipos de daños y problemas asociados a este tipo de caminos . Específicamente el tramo Zuñiga- Dv. Yauyos presentaba una superficie de rodadura a nivel de afirmado, los tipos de daños que presentaba eran: deformaciones (ahuellamientos), encalamados, huecos, erosiones, cruce de agua, cada uno de ellos se presentaban en diferentes niveles de severidad, siendo las épocas de lluvias, enero a marzo, las más críticas pues la severidad de las deformaciones se incrementaban, haciendo muy difícil el tránsito de vehículos.

JUSTIFICACIÓN

El deterioro de los caminos de acceso a zonas productoras, zonas agrarias y poblados que dependen de sus caminos, ocasiona el incremento de la pobreza, por ello surge la necesidad de contar en el Perú con carreteras pavimentadas a menores costos en vías de bajo tráfico. Esto ha llevado a experimentar nuevas alternativas de pavimentos económicos, en este caso el uso de la emulsión

asfáltica como agente estabilizador del afirmado, si bien es cierto esta técnica de estabilización de suelos provee de una capa de mayor calidad que el afirmado existente, también es cierto que pueden deteriorarse fácilmente si no son protegidos por una superficie de rodadura adecuada, para el caso de vías de bajo tráfico, los tratamientos superficiales.

Por lo tanto ante la falta de evaluación funcional en vías con estos tratamientos se considera importante iniciar con esta tesis la evaluación y estudio de las ventajas y desventajas de la aplicación de estas técnicas en nuestro país.



02 JUL. 2009

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones como parte de su política de mantenimiento y conservación de la Red Vial Nacional; a través del Proyecto Perú está realizando el mejoramiento a nivel de serviciabilidad de los caminos rurales, para el caso de estudio la Carretera : Cañete – Lunahuana – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca. Siendo la alternativa de solución los pavimentos económicos, compuestos por un afirmado estabilizado con emulsión asfáltica y un recubrimiento bituminoso como superficie de rodadura. En este último punto existen dos alternativas de tratamiento superficial, mortero asfáltico “Slurry Seal” y tratamiento superficial Monocapa, es por ello que surge la necesidad de realizar una evaluación del comportamiento de las mismas para optar por la que presente menos deterioro y se comporte mejor ante la acción de los factores destructivos, para ello es necesario realizar el monitoreo del desempeño de las dos alternativas de superficie de rodadura en un determinado periodo de tiempo, en base a ello y a su análisis económico correspondiente determinar cual de las alternativas es la más adecuada como superficie de rodadura de suelos estabilizados con emulsión asfáltica.

DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

Objetivo principal

Comparación de dos tipos de tratamientos superficiales, mortero asfáltico “Slurry Seal” y Monocapa, para su uso en Pavimentos de Bajo Volumen de Transito.

Escoger el tratamiento superficial más adecuado para su aplicación en los pavimentos de Bajo Volumen de Transito de acuerdo a los Factores predominantes en la zona evaluada.

Objetivos específicos

- Sectorizar el área de estudio en tramos con características homogéneas y elegir las zonas de evaluación.
- Evaluar el comportamiento de los tratamientos superficiales a lo largo de 3 meses después de su colocación, realizando la medición del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y la evaluación de los deterioros presentes.
- Caracterización mediante ensayos de laboratorio en los materiales componentes de los tratamientos superficiales.
- Evaluar económicamente las alternativas de superficie de rodadura.

MARCO TEÓRICO

En el desarrollo de la tesis se usará la metodología de evaluación PCI y el Manual de Identificación de Defectos SHRP. La caracterización de los materiales componentes de los tratamientos superficiales se realizara según especificaciones de la ASTM y el Manual de Ensayos de Materiales EM 2000 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los Métodos de ensayo para la caracterización y el control de calidad de los "Slurry Seal" son los establecidos por el AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y por la ISSA (Internacional Slurry Surfacing Association).



02 JUL. 2009

ÍNDICE DE LA TESIS

RESÚMEN

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS



INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I : MARCO TEÓRICO

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Las emulsiones asfálticas
- 1.3 Asfaltos diluidos
- 1.4 Tratamientos superficiales
- 1.5 Condición del pavimento
- 1.6 Deterioro del pavimento
- 1.7 Métodos de evaluación de pavimentos

CAPÍTULO II : PRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE EXPERIMENTACIÓN

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Área de estudio
- 2.4 Zonas de características homogéneas
- 2.3 Cálculo de secciones representativas
- 2.5 Características del pavimento en la zona de estudio

CAPÍTULO III : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Ensayos para Slurry Seal
- 3.3 Ensayos para tratamiento superficial Monocapa
- 3.4 Procedimientos constructivos

CAPÍTULO IV : EVALUACION DE DESEMPEÑO DEL SLURRY SEAL Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

- 4.1 Generalidades
- 4.2 Metodología PCI
- 4.3 Medición del Índice Internacional de Regularidad (IRI) en los tramos experimentales
- 4.4 Auscultación visual, determinación de los tipos de deterioro
- 4.5 Cuadro comparativo de desempeños

CAPÍTULO V : ESTUDIO ECONÓMICO

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Análisis de costos para un kilómetro de carretera con un revestimiento de Slurry Seal
- 5.3 Análisis de costos para un kilómetro de carretera con un revestimiento de Monocapa con RC - 250.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



[Handwritten signature]

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Para alcanzar los objetivos planteados en esta tesis se realizarán las siguientes actividades:

- Planificación del esquema de trabajo
- Revisión bibliográfica y documental del estado del arte actual; tanto de tratamiento superficial monocapa como de Slurry Seal, metodologías más usadas de evaluación de pavimentos.
- Revisión de tesis relacionadas a los temas en estudio, así como consulta a profesionales especializados, ingenieros y tesistas.
- Viaje a la zona del caso de aplicación.
- Recopilación de información relacionada a los lugares de aplicación; tal como: ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.
- Estudio de los materiales empleados para la construcción de los tratamientos superficiales, mediante ensayos de laboratorio, verificando que sus componentes cumplan con todos los requisitos de calidad exigidos.
- Evaluación de la funcionalidad de las superficies utilizando la Metodología PCI.
- Realización del borrador final con las conclusiones y recomendaciones de esta tesis.



02 JUL. 2009

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Planificación del esquema del trabajo						
Recopilación de Información						
Estudio de materiales empleados						
Evaluación de la funcionalidad de las superficies						
Trabajo de Gabinete						
Realización del informe final						



SECRETARIO
02 JUL. 2009



02 JUL. 2009

BIBLIOGRAFÍA DEL PLAN DE TESIS

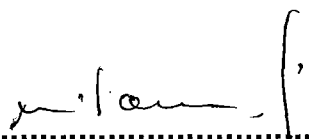
1. Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), "Carreteras, autores varios. Selección de principales artículos", 3era Edición, Lima –Perú, 2007.
2. Jáuregui Sotelo Máximo Víctor, "Evaluación funcional y Estructural para determinar las causas del deterioro Prematuro de la carretera Izcuchaca", Lima –Perú, 1998.
3. Medina Ramírez Víctor Hugo , "Aplicaciones de las emulsiones Asfálticas y los asfaltos Diluidos en Mezclas Asfálticas en frío utilizando agregados del Rio Aguaytía –Ucayali ", Lima- Peru,2003.
4. Mendoza Dueñas Jorge Luis, "Pavimento experimental: Revestimiento de Arena con Emulsión Asfáltica en Suelos Estabilizados", Lima–Perú, 1991.
5. Soriano Alava Horacio, "Aplicación de las emulsiones asfálticas en los pavimentos" Lima –Perú, 2005.

.....


Acero Carrión Eugenia Marina

CÓDIGO: 20040218A

TESISTA

.....


Ing. Mora Quiñones, Samuel

ASESOR

DEDICATORIA:

A todas las personas que siempre me apoyaron, en especial a mis padres y hermanos, gracias por siempre creer en mí.

ÍNDICE

RESUMEN	5
LISTA DE CUADROS	6
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE FOTOS	15
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	18
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I : MARCO TEÓRICO	21
1.1 GENERALIDADES	21
1.2 LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	22
1.3 ASFALTOS DILUIDOS.....	23
1.4 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	23
1.5 ESTADO ACTUAL DE LAS CARRETERAS EN EL PERÚ.....	30
1.5.1 Carreteras Pavimentadas.....	31
1.5.2 Caminos No Pavimentados.....	31
1.5.3 Pavimentos Básicos.....	32
1.6 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	32
1.7 DETERIORO DEL PAVIMENTO	33
1.7.1 Deterioros en caminos no pavimentados	33
1.8 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.....	34
CAPÍTULO II : PRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE EXPERIMENTACIÓN	38
2.1 GENERALIDADES	38
2.2 ÁREA DE ESTUDIO	38
2.2.1 Ubicación.....	38
2.2.2 Geología Local.....	39
2.2.3 Condiciones Climáticas.....	41
2.3 ZONAS DE CARACTERÍSTICAS HOMÓGENEAS.....	43

2.3.1 Metodología de identificación de secciones homogéneas en un tramo.....	43
2.3.2 Identificación de secciones homogéneas en el tramo en estudio.....	44
2.4 CÁLCULO DE SECCIONES REPRESENTATIVAS.....	51
2.4.1 Según Condición estructural.....	51
2.4.2 Según Drenaje.....	54
2.4.3 Sectores de evaluación.....	56
2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	57
2.5.1 Estado de la vía en la zona de estudio antes de la colocación del Pavimento Básico.....	57
2.5.2 Suelo de fundación y capacidad de soporte.....	58
2.5.3 Estructura del pavimento.....	59
CAPÍTULO III : CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	66
3.1 GENERALIDADES.....	66
3.2 ENSAYOS PARA SLURRY SEAL.....	66
3.2.1 Ensayos a los agregados.....	66
3.2.2 Especificaciones de calidad para el agregado del Slurry seal	68
3.2.3 Ensayo a la emulsión asfáltica.....	70
3.2.4 Especificaciones de calidad para la emulsión asfáltica.....	71
3.3 ENSAYOS PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA.....	72
3.3.1 Ensayos a los agregados.....	72
3.3.2 Especificaciones de calidad para el agregado del tratamiento superficial Monocapa.....	75
3.3.3 Ensayo al asfalto diluido.....	76
3.3.4 Especificaciones de calidad para el asfalto diluido.....	78
3.4 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES.....	79

3.4.1 Control de calidad de materiales componentes del mortero asfáltico: Slurry seal.....	79
3.4.2 Control de calidad de materiales componentes del tratamiento superficial Monocapa.....	82
3.5 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	85
3.5.1 Colocación del Tratamiento superficial Monocapa.....	85
3.5.2 Colocación del Tratamiento superficial Slurry Seal.....	88
CAPÍTULO IV : EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DEL SLURRY SEAL Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA.....	92
4.1 GENERALIDADES.....	92
4.1.1 Parámetros ambientales durante la evaluación.....	93
4.1.2 Trafico actuante.....	94
4.1.3 Parámetros estructurales.....	95
4.2 METODOLOGÍA PCI.....	96
4.2.1 Descripción de las fallas encontradas en los Pavimentos Básicos.....	96
4.2.2 Cálculo del tamaño de muestra.....	108
4.2.3 Procedimiento de cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	111
4.3 AUSCULTACIÓN VISUAL, DETERMINACIÓN DE LOS TIPOS DE DETERIORO.....	112
4.3.1 Metodología y equipos.....	112
4.3.2 Ubicación de las unidades de muestreo.....	113
4.3.3 Análisis de resultados Obtenidos.....	113
4.4 MEDICIÓN DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI) EN LOS TRAMOS DE ESTUDIO.....	125
4.4.1 Metodología y equipos.....	125
4.4.2 Ubicación de las unidades de muestreo.....	126
4.4.3 Análisis de resultados Obtenidos.....	126

4.5 COMPARACION DEL DESEMPEÑO DE LOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES: MORTERO ASFALTICO Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA.....	132
4.5.1 Condición del pavimento PCI.....	132
4.5.2 Índice de Rugosidad Internacional.....	142
4.6 APORTE :ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO QUE BRINDA EL PAVIMENTO BÁSICO	143
CAPÍTULO V : ESTUDIO ECONÓMICO.....	150
5.1 GENERALIDADES	150
5.1.1 Análisis de precios unitarios.....	150
5.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA UN KILOMETRO DE CARRETERA CON UN REVESTIMIENTO DE SLURRY SEAL.....	155
5.3 ANÁLISIS DE COSTOS PARA UN KILOMETRO DE CARRETERA CON UN REVESTIMIENTO DE MONOCAPA CON RC - 250.....	156
5.4 COMPARACIÓN DE COSTOS SEGÚN ALTERNATIVAS DE RECUBRIMIENTO.....	157
CONCLUSIONES.....	159
RECOMENDACIONES.....	163
BIBLIOGRAFÍA.....	164
ANEXOS.....	168

RESUMEN

La presente tesis presenta una evaluación del desempeño de dos tipos de tratamientos superficiales, tratamiento superficial Monocapa y mortero asfáltico Slurry seal, aplicados sobre afirmados estabilizados en vías de bajo volumen de tránsito, específicamente en el tramo Zúñiga - Dv. Yauyos. El tramo en estudio fue monitoreado por un periodo de ocho meses inmediatamente después de su construcción; el estudio consistió en realizar levantamientos periódicos de Condición del Pavimento mediante la metodología PCI y medición del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), para tal fin se dividió el tramo en secciones homogéneas seleccionadas de acuerdo a procedimientos para definir los tramos homogéneos como unidades de análisis, en la cual se eligieron las variables: estructura del pavimento, tráfico, clima, y drenaje para la determinación de las secciones de evaluación.

Como resultado de la evaluación se evidenció que el deterioro en las secciones de pavimento básico con tratamiento superficial Monocapa es más acelerado que en las secciones con Mortero asfáltico Slurry seal.

Asimismo producto del análisis de la condición funcional y condición superficial (PCI), se propone una clasificación preliminar del estado de las vías con Pavimento Básico en función al índice denominado Índice de Rugosidad Internacional IRI.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1: Clasificación de los tratamientos superficiales.....	24
Cuadro 1.2: Longitud de carreteras por tipo de superficie de rodadura	30
Cuadro 1.3: Defectos del Método Vizir	36
Cuadro 1.4: Rangos de PCI	37
Cuadro 2.1: Temperaturas medias mensuales del tramo Zuñiga-Dv. Yauyos ...	42
Cuadro 2.2: Precipitación media mensual del Tramo Zúñiga- Dv. Yauyos	42
Cuadro 2.3: Estructura del pavimento en el tramo Zúñiga-Dv. Yauyos.....	44
Cuadro 2.4: Sectores Homogéneos y ubicación de las estaciones de control...	45
Cuadro 2.5: Sectorización según tráfico.....	45
Cuadro 2.6: Resumen Sectorización por Condiciones climáticas	46
Cuadro 2.7: Sectorización según Tipo de suelo de fundación	47
Cuadro 2.8: Secciones homogéneas según Estructura, tráfico, clima y tipo de suelo.....	49
Cuadro 2.9: Fechas de construcción de los tratamientos superficiales en el Tramo Zúñiga –Dv. Yauyos	50
Cuadro 2.10: Zonas homogéneas según estructura del pavimento, tráfico, clima, tipo de suelo de fundación y fecha de construcción.....	50
Cuadro 2.11: Zonas de evaluación del comportamiento de Tratamientos Superficiales	51
Cuadro 2.12: Sectorización según deflectometría - Método diferencias acumuladas (Octubre 2009)	52
Cuadro 2.13: Sectorización según deflectometría - Método diferencias acumuladas (Febrero 2010)	53

Cuadro 2.14: Secciones homogéneas para comparación del desempeño de tratamientos superficiales	54
Cuadro 2.15: Puntos críticos de drenaje longitudinal Tramo Km. 72+700 al Km.77+700	55
Cuadro 2.16: Puntos críticos de drenaje longitudinal Tramo Km. 79+000 al Km.84+000	56
Cuadro 2.17: Clasificación de material de subrasante en el sector en estudio, y sus características físicas	58
Cuadro 2.18: Capacidad de soporte del material de subrasante en el sector de estudio	59
Cuadro 2.19: Parámetros de Diseño Tramo Zúñiga –Dv. Yauyos-Método USACE.....	59
Cuadro 2.20: Resultados de verificación empírico-mecanicista del diseño de pavimento básico.....	63
Cuadro 2.21: Estabilización con agregados de la cantera Km 65+000	64
Cuadro 2.22: Estabilidad Marshall de testigos ensayados luego de un periodo de 7 días de curado a medio ambiente.....	64
Cuadro 2.23: Dosificación del Tratamiento Superficial Monocapa	64
Cuadro 2.24: Características técnicas del slurry seal.....	65
Cuadro 2.25: Dosificación del Mortero Asfáltico Slurry seal	65
Cuadro 3.1: Especificaciones granulométricas para agregados finos utilizados en la construcción de slurry seal	69
Cuadro 3.2: Especificaciones de calidad para agregados finos utilizados en la construcción de slurry sea	69
Cuadro 3.3: Especificaciones de calidad para la emulsión asfáltica	72
Cuadro 3.4: Rango de gradación para los tratamientos superficiales	75
Cuadro 3.5: Especificaciones mínimas para los tratamientos superficiales ...	75
Cuadro 3.6: Requisitos de material bituminoso diluido para curado rápido	78

Cuadro 3.7: Resultados ensayos de calidad a los agregados utilizados en la fabricación del mortero asfáltico	80
Cuadro 3.8: Ensayos de calidad a la emulsión asfáltica BP-CSE 1H	81
Cuadro 3.9: Resultados ensayos de calidad de agregados utilizados en la construcción del tratamiento superficial Monocapa.....	83
Cuadro 3.10: Resultados ensayos de calidad asfalto diluido RC -250	84
Cuadro 4.1: Ejes equivalentes de carga durante la evaluación. Elaboración Propia (Fuente: Estudio de Trafico CGC, 2008).....	94
Cuadro 4.2: Tipos de fallas encontradas en el Pavimento básico	97
Cuadro 4.3: Secciones de evaluación del PCI.....	110
Cuadro 4.4: Fechas de evaluación de las secciones monitoreadas	113
Cuadro 4.5: Resultados de PCI de las secciones monitoreadas	114
Cuadro 4.6: Medidas de tendencia central y dispersión para los datos de PCI (Junio 2009).....	116
Cuadro 4.7: Cuadro de parámetros estadísticos en secciones con Monocapa (Agosto 2009).....	118
Cuadro 4.8: Cuadro de parámetros estadísticos en secciones con Monocapa (Octubre 2009).....	120
Cuadro 4.9: Cuadro de parámetros estadísticos de PCI en las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Diciembre 2009)	122
Cuadro 4.10: Cuadro de parámetros estadísticos de PCI en secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Febrero 2010)	124
Cuadro 4.11: Resultados de medición del IRI en secciones con Monocapa y Slurry seal (Junio 2009).....	127
Cuadro 4.12: Resultados de medición del IRI en secciones con Monocapa y Slurry seal (Febrero 2010)	128
Cuadro 4.13: Cuadro de parámetros estadísticos del IRI en las secciones evaluadas (Junio 2009)	128

Cuadro 4.14: Cuadro de parámetros estadísticos del IRI en las secciones evaluadas (Febrero 2010)	130
Cuadro 4.15: Cuadro de secciones homogéneas por capacidad estructural..	133
Cuadro 4.16: Secciones de control para comparación de PCIs	133
Cuadro 4.17: Cuadro de secciones homogéneas según IRI	142
Cuadro 4.18: PCI del pavimento básico según tipo de recubrimiento superficial.....	143
Cuadro 4.19: Evolución del IRI característico en los pavimentos básicos	146
Cuadro 4.20: Estado de vías según IRI (Fuente MTC 2007)	147
Cuadro 4.21: Resultados de IRI y PCI en los tramos de estudio a Junio del 2009.....	147
Cuadro 4.22: Resultados de IRI y PCI en los tramos de estudio a Febrero del 2010	148
Cuadro 4.23: Cuadro de rangos propuestos para calificación del estado de la Vía en Pavimentos Básicos.....	149
Cuadro 5.1: Análisis de precios unitarios de la actividad: Reconformación de plataforma	151
Cuadro 5.2: Análisis de precios unitarios de actividad : Estabilización del afirmado e = 0.05 m.....	151
Cuadro 5.3: Análisis de precios unitarios de la colocación de Tratamiento superficial Monocapa	152
Cuadro 5.4: Análisis de precios unitarios de la colocación del mortero asfáltico Slurry seal	153
Cuadro 5.5: Análisis de precios unitarios de actividad parchado con mezcla asfáltica en caliente	154
Cuadro 5.6: Costo por metro cuadrado de actividades que componen el pavimento básico a Febrero del 2010.....	154

Cuadro 5.7: Costo inicial de construcción de pavimento básico con recubrimiento tipo mortero asfáltico precios a Febrero del 2010.....	155
Cuadro 5.8: Costo de mantenimiento del pavimento básico con recubrimiento tipo mortero asfáltico precios a Febrero del 2010	155
Cuadro 5.9: Costo de mantenimiento del pavimento básico con recubrimiento tipo TSS precios a Febrero del 2010	156
Cuadro 5.10: Costo de mantenimiento del pavimento básico con recubrimiento tipo TSS precios a Febrero del 2010	156
Cuadro 5.11: Costos de construcción y mantenimiento según tipo de recubrimiento del pavimento básico	157

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Representación esquemática de un molino coloidal de preparación de glóbulos de asfalto para la fabricación de emulsión	22
Figura 1.2: Tipos de tratamientos superficiales con gravilla	27
Figura 1.3: Esquema de ejecución de tratamientos superficiales	28
Figura 1.4: Tipos de Slurry seal	29
Figura 1.5: Capas Genéricas de un pavimento convencional	31
Figura 2.1: Ubicación de la Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zúñiga-Dv. Yauyos -Ronchas	39
Figura 2.2: Geología del Tramo Zúñiga-Dv. Yauyos	40
Figura 2.3: Criterios para sectorización del tramo Zúñiga-Dv. Yauyos	48
Figura 2.4: Gráfico Método Diferencias Acumuladas (Octubre 2009).....	52
Figura 2.5: Grafico Método Diferencias Acumuladas (Febrero 2010).....	53
Figura 2.6: Cuneta típica de la vía	55
Figura 2.7: Deterioros en el tramo Zúñiga - Dv. Yauyos (Fuente: Oficina de Infraestructura-FIC-UNI)	57
Figura 2.8: Abaco para diseño de espesor mínimo de pavimento (USACE) ...	60
Figura 2.9: Estructura del pavimento con tratamiento superficial simple (TSS).....	61
Figura 2.10: Estructura del pavimento con Slurry seal	61
Figura 2.11: Esquema de los datos de diseño	62
Figura 3.1: Control de calidad de Granulometría del agregado para Mortero asfáltico	79
Figura 3.2: Control de calidad análisis granulométrico de la gravilla utilizada para la construcción del tratamiento superficial monocapa	82
Figura 3.3: Esquema de la colocación de tratamiento superficial Monocapa (Little; ISRM, 1981)	85

Figura 3.4: Esquema de funcionamiento de camión de preparación del slurry seal	89
Figura 4.1: Temperaturas durante los meses de evaluación	93
Figura 4.2: Precipitaciones durante los meses de evaluación	94
Figura 4.3: Deflexiones características – Pavimento básico	95
Figura 4.4: Valores de PCI en las secciones con Slurry seal (Junio 2009)	115
Figura 4.5: Variación del PCI en las secciones con Monocapa (Junio 2009).....	115
Figura 4.6: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Junio 2009)	116
Figura 4.7: Valores del PCI en las secciones con Slurry seal (Agosto 2009).....	117
Figura 4.8: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Agosto 2009)	117
Figura 4.9: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Agosto 2009).....	118
Figura 4.10: PCI de las secciones con Slurry seal (Octubre 2009).....	119
Figura 4.11: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Octubre 2009).....	119
Figura 4.12: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Octubre 2009).....	120
Figura 4.13: PCI de las secciones con Slurry seal (Diciembre 2009).....	121
Figura 4.14: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Diciembre 2009).....	121
Figura 4.15: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Diciembre 2009).....	122
Figura 4.16: PCI de las secciones con Slurry seal (Febrero 2010)	123
Figura 4.17: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Febrero 2010)	123
Figura 4.18: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Febrero 2010).....	124

Figura 4.19: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Tratamiento Superficial Monocapa (Junio 2009) ..	129
Figura 4.20: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Slurry Seal (Junio 2009).....	129
Figura 4.21: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Tratamiento Superficial Monocapa (Febrero 2010).....	131
Figura 4.22: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Slurry Seal (Febrero 2010).....	131
Figura 4.23: Evolución del PCI en secciones homogéneas según resistencia estructural S1, S2 y S31	133
Figura 4.24: Tasa media de variación de PCI en secciones S1, S2 y S31	134
Figura 4.25: Tipos de fallas en sección S1: Pavimento básico con superficie de rodadura Slurry seal	135
Figura 4.26: Tipos de fallas en sección S2: Pavimento básico con superficie de rodadura Slurry seal	135
Figura 4.27: Tipos de fallas en sección S31: Pavimento básico con superficie de rodadura TSS.....	136
Figura 4.28: Evolución del PCI en secciones homogéneas según resistencia estructural S10 y S29.....	136
Figura 4.29: Tasa media de variación de PCI en secciones S10 y S29.....	137
Figura 4.30: Tipos de fallas en sección S10: Pavimento básico con superficie de rodadura Slurry seal.....	138
Figura 4.31: Tipos de fallas en sección S29: Pavimento básico con superficie de rodadura TSS.....	138
Figura 4.32: Evolución del PCI en secciones homogéneas según resistencia estructural S12, S13 y S17.....	139
Figura 4.33: Tasa media de variación de PCI en secciones S12, S13 y S17.....	139

Figura 4.34: Tipos de fallas en sección S12: Pavimento básico con superficie de rodadura mortero asfáltico.....	140
Figura 4.35: Tipos de fallas en sección S13: Pavimento básico con superficie de rodadura mortero asfáltico.....	141
Figura 4.36: Tipos de fallas en sección S17: Pavimento básico con superficie de rodadura TSS.....	141
Figura 4.37: Evolución del IRI en secciones con valor de IRI inicial = 3.5 m/Km.....	142
Figura 4.38: Evolución del PCI según tipo de recubrimiento del pavimento básico (Elaboración propia)	144
Figura 4.39: Tasa media de variación del PCI, según tipo de recubrimiento del pavimento básico (Elaboración propia).....	144
Figura 4.40: Evolución del IRI en el afirmado estabilizado y recubrimiento del tipo tratamiento superficial Monocapa.....	145
Figura 4.41: Evolución del IRI en el afirmado estabilizado y recubrimiento del tipo Slurry seal	146
Figura 4.42: Relación de la condición del pavimento PCI con el Índice de Rugosidad Internacional IRI	149
Figura 5.1: Evolución del costo presente del pavimento básico según superficie de rodadura	157

LISTA DE FOTOS

Foto 1.1 : Ondulaciones en caminos no pavimentados.....	33
Foto 1.2 : Perdida de finos en caminos no pavimentados.....	34
Foto 1.3: Hundimientos o huecos en caminos no pavimentados.....	34
Foto 3.1: Aplicación del ligante asfaltico.....	86
Foto 3.2: Extensión de gravilla.....	86
Foto 3.3: Compactación de gravilla y ligante asfaltico con rodillo neumático...	87
Foto 3.4: Tratamiento superficial Monocapa recién colocado.....	87
Foto 3.5: Tratamiento superficial Monocapa después de barrido del excedente de gravilla.....	88
Foto 3.6: Acabado final del afirmado estabilizado previa colocación del mortero asfaltico.....	89
Foto 3.7: Acabado final del Slurry seal utilizando telas de arrastre al final de la caja esparcidora.....	90
Foto 3.8: Acabados de zonas no accesibles al camión utilizando rastrillos de hule.....	90
Foto 3.9: Acabado final del Mortero asfáltico Slurry seal con señalización horizontal.....	91
Foto N° 4.1: Exudación de asfalto severidad baja y alta (Catalogo de fallas ASTM- 6433-07).....	97
Foto N° 4.2: Exudación de asfalto en Tratamiento Superficial Monocapa, severidad Media.....	98
Foto N° 4.3: Exudación de asfalto en mortero asfaltico Slurry Seal, Severidad alta.....	98
Foto N° 4.4: Agrietamiento en bloque Severidad baja y alta (Catalogo de fallas ASTM- 6433-07).....	99
Foto N° 4.5: Agrietamiento en bloque en Tratamiento Superficial Monocapa, severidad baja.....	99

Foto N° 4.6: Hundimientos severidad media y alta (Catalogo de fallas ASTM-6433-07)	100
Foto N° 4.7: Hundimientos localizado en Tratamiento Superficial Monocapa, severidad media.....	100
Foto N° 4.8: Corrugación severidad baja y alta (Catalogo de fallas ASTM - 6433-07)	101
Foto N° 4.9: Corrugación en tramo con tratamiento superficial Monocapa, severidad media	101
Foto N° 4.10: Grieta de borde Severidad Baja y alta (Catalogo de fallas ASTM-6433-07).....	102
Foto N° 4.11: Grieta de borde tratamiento Slurry seal, severidad baja.....	102
Foto N° 4.12: Grieta longitudinal y transversal severidad baja y severidad alta (Catalogo de fallas ASTM- 6433-07).....	103
Foto N° 4.13: Grietas transversales en tratamiento superficial Monocapa, severidad baja.....	103
Foto N° 4.14: Grietas longitudinales en mortero asfaltico Slurry seal, severidad baja.....	104
Foto N° 4.15: Parches severidad baja y severidad alta (Catálogo de fallas ASTM- 6433-03).....	104
Foto N° 4.16: Parches en Tratamiento superficial Monocapa.....	105
Foto N° 4.17: Huecos severidad baja y severidad media (Catálogo de fallas ASTM- 6433-03).....	105
Foto N° 4.18: Huecos en tratamiento superficial Monocapa, severidad media.....	106
Foto N° 4.19: Ahuellamiento severidad baja y severidad media (Catalogo de fallas ASTM- 6433-07).....	106
Foto N° 4.20: Ahuellamiento severidad media.....	107
Foto N° 4.21: Desprendimiento de los agregados severidad baja y severidad alta (Catalogo de fallas ASTM- 6433-07).....	107

Foto N° 4.22: Desprendimiento de los agregados en tratamiento superficial monocapa severidad media y alta.....	108
Foto N° 4.23: Medición del IRI (Febrero 2010).....	125

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ASSHO : American Association of State Highway Officials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

ASTM: American Society for Testing and Materials

CBR: California Bearing Ratio

E: Módulo de elasticidad

HDM: Highway Design and Maintenance Model

ISSA: International Slurry Seal Association

IRI: Índice de Rugosidad Internacional

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

PCI : Índice de Condición del Pavimento

PSI : Present Serviceability Index

SHRP: Strategic Highway Research Program

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

USACE: United States Army Corps of Engineers

LL: Límite Líquido

Mr: Módulo Resiliente del suelo

%W: Contenido de Humedad

M.D.S.: Máxima Densidad Seca

O.C.H.: Óptimo Contenido de Humedad

TSS: Tratamiento Superficial Simple

u: Módulo de Poisson

VDC: Valor de Deducción Corregido

VDT: Valor de Deducción Total

INTRODUCCIÓN

La conformación y crecimiento de la infraestructura carretera sobre el territorio nacional resulta ser un factor estratégico y básico para el desarrollo económico y para el buen funcionamiento de las regiones en donde se genera la producción de bienes y servicios, así como para su distribución en los mercados.

La carencia de una adecuada infraestructura de transporte, representada en la gran extensión de vías no pavimentadas en el Perú y su relevancia en el crecimiento económico del país justifican la necesidad de implementación de nuevas alternativas para el mejoramiento de estas vías.

En este contexto, la presente tesis busca estudiar las características y el comportamiento funcional de una nueva alternativa de pavimento económico denominado pavimento básico, implementada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en vías con bajo volumen de tránsito, esta alternativa contempla la utilización de emulsión asfáltica como agente estabilizador del afirmado, ciertamente esta técnica de estabilización de suelos provee mayor resistencia al afirmado existente, pero puede deteriorarse fácilmente si no son protegidos por una superficie de rodadura adecuada, por ello surgió la necesidad de realizar el estudio del comportamiento de dos tipos de tratamientos superficiales, mortero asfáltico "Slurry Seal" y Monocapa, para su uso en Pavimentos de Bajo Volumen de Tránsito.

La comparación del desempeño de los tratamientos superficiales se realizó mediante la medición de dos parámetros de comportamiento, condición superficial del pavimento y la medición del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en sectores con características homogéneas a nivel de tráfico, clima, capacidad estructural y drenaje. El área de estudio se encuentra dentro del tramo Zúñiga – Dv. Yauyos, perteneciente a la carretera Cañete-Lunahuana-Zúñiga- Dv. Yauyos - Ronchas.

Asimismo, a través de las evaluaciones realizadas al pavimento básico se trato de determinar rangos de IRI para calificación del estado de la Vía en Pavimentos Básicos.

El desarrollo de la tesis se realizó en 5 capítulos; en el capítulo 1, se hace una revisión de los conceptos básicos que envuelven el desarrollo de la tesis. En el capítulo 2, se realiza la sectorización del tramo en estudio con la finalidad de establecer las mismas condiciones ambientales y estructurales, para la realización de la comparación de los desempeños de los tratamientos superficiales. En el capítulo 3, se detallan los procedimientos constructivos y los ensayos de calidad a los componentes de los tratamientos superficiales.

En el capítulo 4, se presentan los análisis de resultados obtenidos de los levantamientos de campo, medición del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y deterioro del pavimento (PCI), en el capítulo 5 se presenta el análisis económico para ambas alternativas de pavimento básico y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES

En este capítulo se definieron los conceptos básicos utilizados en la elaboración de la presente tesis, el concepto de desempeño ha sido tomado del inglés performance, su alcance original tiene que ver con el logro de objetivos, es decir cómo un sistema trabaja juzgado por su efectividad; también se puede dar una definición de desempeño de los pavimentos, a través de diversos conceptos existentes en la literatura, entre ellos la relación “serviciabilidad-desempeño”.

El concepto de serviciabilidad, según la *American Association of State Highway Officials* (AASHO), debe ser definida en relación al propósito de un pavimento construido, esto es, proveer un viaje confortable, seguro y suave a los usuarios. Se sabe que los pavimentos no son concebidos para durar eternamente, sino para un determinado periodo de tiempo o “vida útil”. Durante este ciclo el pavimento inicia su vida en una condición perfecta hasta alcanzar una condición pésima. La disminución de su condición o “serviciabilidad” a lo largo del tiempo es conocida como desempeño.

La determinación del desempeño de tratamientos superficiales implica un estudio de su comportamiento funcional y la evolución de los deterioros. El término evaluación funcional fue introducido para representar los procesos de identificación y caracterización de diversos aspectos relacionados a las condiciones de superficie de rodadura, incluyendo cuestiones relacionadas al confort y seguridad del tráfico, en las condiciones operacionales de la vía en un momento determinado de su vida de servicio.

Para conocer adecuadamente el término desempeño en tratamientos superficiales es necesario que se definan los diversos conceptos asociados a los tratamientos superficiales y los materiales principales que se utilizan en su construcción, también hacer una breve revisión de los índices que miden la comodidad al desplazamiento, principalmente el desarrollado para proporcionar una irregularidad longitudinal a través del perfil longitudinal de la vía.

1.2 LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS

Las emulsiones asfálticas son definidas como una dispersión estable de dos o más líquidos inmiscibles. En el caso de la emulsión asfáltica los dos líquidos son el asfalto y el agua.

La emulsión asfáltica representa una clase particular de emulsión en la cual los dos materiales no forman una emulsión por una simple mezcla de sus componentes, siendo necesaria la utilización de un producto auxiliar para mantener estable la emulsión. Este producto es el denominado agente emulsificante, que viene a ser una sustancia que reduce la tensión superficial y que permite que los glóbulos de asfalto permanezcan en suspensión en agua por un determinado tiempo, evitando la aproximación de las partículas y su posterior coalescencia.

Las emulsiones pueden presentar carga de partícula negativa o positiva, siendo conocida como catiónica y aniónica.

La acción mecánica de obtención de los glóbulos es hecha por un molino coloidal dispuesto a "romper" el asfalto caliente en pequeñas porciones que deben tener un tamaño especificado que es micrométrico.

La emulsión asfáltica es producida por dispersión de los glóbulos de asfalto que salen del molino y caen en una solución de agua ya mezclada con el agente emulsificante y con otros aditivos¹.

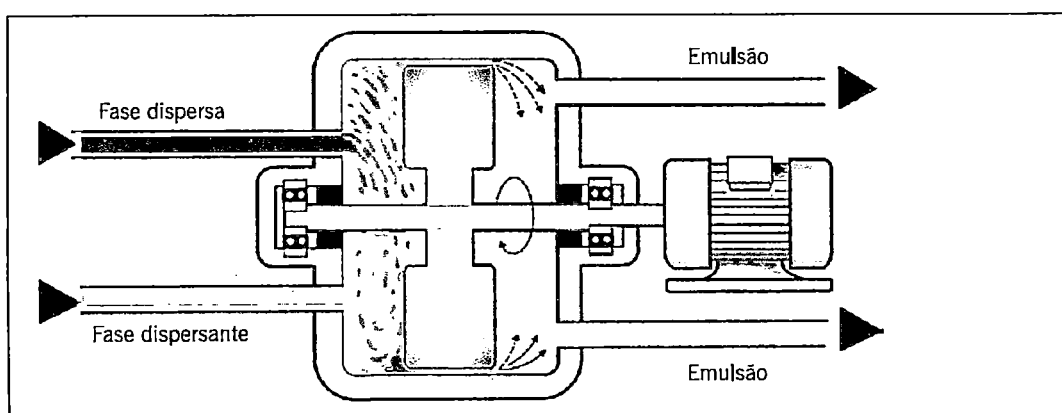


Figura 1.1: Representación esquemática de un molino coloidal de preparación de glóbulos de asfalto para la fabricación de emulsión¹.

¹ Bariani Bernucci, Liedt, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, y Jorge Barbosa Soares. *Pavimentación Asfáltica*. Brasil: Abeda, 2008.

1.3 ASFALTOS DILUIDOS

Los asfaltos diluidos son derivados de los betunes asfálticos, producidos por la adición de un disolvente volátil, obtenido del propio petróleo, que varía conforme al tiempo necesario para la pérdida de ese componente adicionado restando el asfalto residual después de la aplicación. El disolvente sirve solamente para bajar la viscosidad y permitir su uso a temperatura ambiente.

Si el solvente es altamente volátil, se evapora rápidamente; por el contrario, los de baja volatilidad lo hacen más despacio. Por lo tanto basándose en la velocidad de evaporación del disolvente se pueden dividir los asfaltos diluidos en tres tipos²:

1. Curado Rápido (RC) Cemento asfáltico y un diluyente liviano de alta volatilidad, generalmente con un punto de ebullición de rango similar a la nafta o gasolina.
2. Curado Medio (MC) Cemento asfáltico y un diluyente de volatilidad media, generalmente en el punto de ebullición del querosene.
3. Curado Lento (SC) cemento asfáltico y aceites de baja volatilidad.

1.4 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

1.4.1 Conceptos básicos

Un tratamiento superficial es una técnica de pavimentación cuyo objetivo es dotar a las carreteras de ciertas características superficiales (textura, impermeabilidad, etc.) sin aumento directo y apreciable de la capacidad resistente. Se trata de una capa delgada que forma una piel con un espesor a veces incluso inferior a 1 cm. y nunca superior a los 4 cm.³

² Instituto del Asfalto. *Asphalt Technology and Construction Practices-Instructor's Guide*. Buenos Aires, Argentina, 1985.

³ Kraemer, Carlos, Jose Maria Pardillo, Sandro Rocci, Manuel Romana, Victor Sanchez, y Miguel Angel Del Val. *Ingeniería de Carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill, 2004.

Algunas funciones de los tratamientos superficiales son las que se presentan a continuación²:

- Proveer una superficie económica y duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen.
- Prevenir la penetración superficial de agua en bases granulares y pavimentos viejos que han comenzado a desintegrarse con el tiempo.
- Proporcionar una capa de rodadura de pequeño espesor, pero, de alta resistencia al desgaste.
- Proporcionar un revestimiento antideslizante.

1.4.2 Tipos de tratamientos superficiales

Los tratamientos superficiales por excelencia son los riegos con gravilla, formados por riegos con ligantes bituminosos y aplicaciones de gravillas. El otro gran grupo de tratamientos superficiales es el formado por los morteros bituminosos (Slurry seal) y finalmente existe un tercer grupo que consiste solo en un riego con ligante sin aplicación de gravilla⁴.

	TIPO	CLASE
RIEGOS	SIN GRAVILLA	En negro
		Antipolvo
		De imprimación
		De adherencia
		De curado
	CON GRAVILLA	Monocapa o STS
		Bicapa o DTS
		Multicapa
		Monocapa doble engravillado
	SLURRYS : Morteros bituminosos	

Cuadro 1.1: Clasificación de los tratamientos superficiales⁵.

⁴ Kraemer, Carlos, Jose María Pardillo, Sandro Rocci, Manuel Romana, Victor Sanchez, y Miguel Angel Del Val. *Ingeniería de Carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill, 2004.

⁵ Bañón Blázquez, Luis, y Jose Beviá García. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

1.4.2.1 Riegos sin gravilla

Los riegos sin gravilla normalmente forman parte de operaciones auxiliares o complementarias en el proceso constructivo o de conservación de las vías. Se caracterizan por componerse únicamente de ligante bituminoso.

a) Riegos en negro

Este tipo de riegos se aplican sobre superficies de rodadura envejecidas, con gran cantidad de peladuras, grietas y baches que ocasionan una merma considerable en su regularidad e impermeabilidad.

Los ligantes usuales en estos tratamientos son emulsiones aniónicas de rotura lenta o media diluidas en agua. Dentro de los riegos en negro, están también los denominados riegos antipolvo, consistentes en la aplicación de un ligante sobre la superficie de un camino no pavimentado con el objeto de que el tráfico no levante polvo. Se deben aplicar después de limpiar la superficie con una barredora y regar con agua la superficie.⁶

b) Riegos de imprimación

Los riegos de imprimación se obtienen por aplicación de un ligante fluido sobre una superficie no tratada anteriormente con ningún conglomerante o ligante (capa granular o explanada). La función de estos riegos es preparar la superficie de apoyo y contribuir a la sujeción de la capa bituminosa o tratamiento superficial posteriores.

En toda aplicación de un riego de imprimación se pretende que el ligante penetre lo más posible por capilaridad en la capa granular.

Su puesta en obra se realiza con tanque regador, siendo recomendable un barrido y humectación de la superficie horas antes de proceder al extendido del ligante para así facilitar su penetración en la capa subyacente.⁷

c) Riegos de adherencia

Los riegos de adherencia son aquellos que se obtienen de la aplicación de una pequeña cantidad de emulsión bituminosa sobre una superficie bituminosa o

⁶ Kraemer, Carlos, Jose Maria Pardillo, Sandro Rocci, Manuel Romana, Victor Sanchez, y Miguel Angel Del Val. *Ingeniería de Carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill, 2004.

⁷ Bañón Blázquez, Luis, y Jose Beviá García. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

tratada con un conglomerante hidráulico con el fin de conseguir su unión con una capa bituminosa que ha de ejecutarse posteriormente.

Los ligantes empleados en este tipo de riegos deben ser poco viscosos y de rotura rápida, consiguiendo así un mejor reparto superficial y la posibilidad de extender rápidamente la capa superior.

Antes de su aplicación es necesario efectuar un barrido previo de la superficie a tratar para eliminar el posible polvo o suciedad acumulados.⁸

d) Riegos de curado

Los riegos de curado tienen por finalidad impedir la pérdida de humedad prematura durante el proceso de fraguado de las capas tratadas con conglomerantes hidráulicos (suelocemento, gravacemento, hormigón compactado, etc.).

1.4.2.2 Riegos con gravilla

Los riegos con gravilla son los que normalmente se aplican con más frecuencia como tratamientos superficiales. Estos tratamientos consisten básicamente en la aplicación de ligantes asfálticos y agregados (gravillas de tamaño uniforme) sin mezcla previa, en la pista, el espesor resultante de la capa de rodadura será igual al espesor de la gravilla empleada, finalmente se realiza una compactación que promueve el recubrimiento parcial y la adherencia entre agregados y ligantes.

En función del número de aplicaciones sucesivas de ligante/árido, se distinguen diversos tipos de riegos con gravilla:

a) Riegos Monocapa

Estos riegos están formados por una única aplicación del ligante, seguida de la extensión de una sola capa de gravilla. Se denominan simples tratamientos superficiales ó TSS.

b) Riegos Bicapa

Estos riegos están constituidos por dos aplicaciones sucesivas de ligante y árido. El tamaño máximo del agregado de la segunda distribución es

⁸ Bañón Blázquez, Luis, y Jose Beviá García. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

aproximadamente la mitad del tamaño máximo nominal del de la capa precedente. También conocidos como doble tratamiento superficial DTS⁹.

c) Riegos Monocapa doble engravillado

Estos riegos se encuentran en una situación intermedia entre las dos anteriores, consisten en la realización de un solo riego de ligante seguida de la extensión sucesiva de una gravilla gruesa y de otra fina que ocupe los huecos dejados por la primera¹⁰.

d) Riegos Sándwich

Estos riegos consisten en la extensión de una capa de agregado que sirve como anclaje para posteriormente regar con ligante y extender una gravilla de menor tamaño que la anterior. Se utiliza básicamente en carreteras de bajo tráfico¹¹.

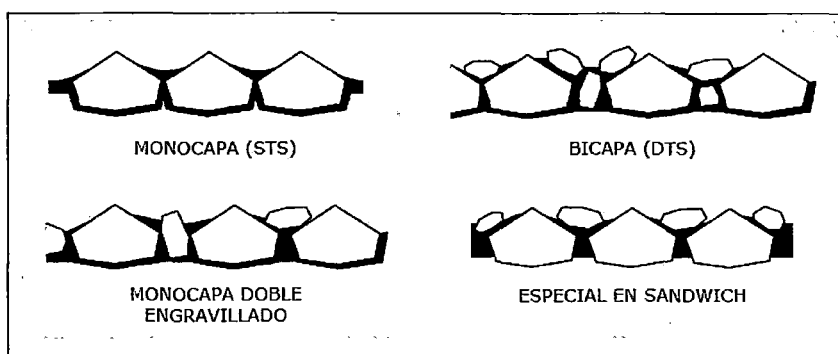


Figura 1.2: Tipos de tratamientos superficiales con gravilla¹¹.

La aplicación en el Perú de estas técnicas se realiza básicamente en vías de bajo tráfico y la forma de colocación es la denominada penetración invertida.

Esta consiste en aplicar en primer lugar el ligante el cual se adhiere al agregado de abajo hacia arriba.

El ligante utilizado en la construcción de los tratamientos superficiales puede ser: asfalto diluido o emulsión asfáltica, siendo esta última más ventajosa debido al ahorro de energía durante su aplicación y principalmente a que no es un

⁹ Instituto del Asfalto. *Asphalt Technology and Construction Practices-Instructor's Guide*. Buenos Aires, Argentina, 1985.

¹⁰ Kraemer, Carlos, Jose María Pardillo, Sandro Rocci, Manuel Romana, Victor Sanchez, y Miguel Angel Del Val. *Ingeniería de Carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill, 2004.

¹¹ Bañón Blázquez, Luis, y Jose Beviá García. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

producto contaminante del medio ambiente, pues solamente usa agua como disolvente.

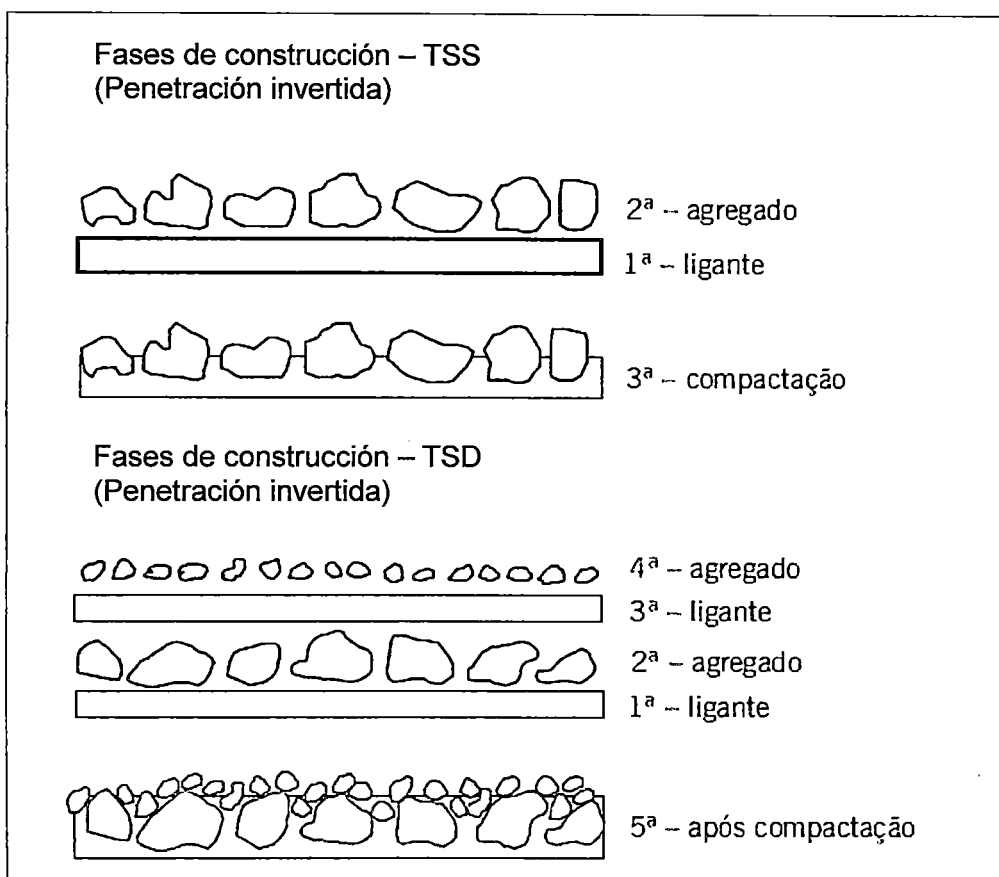


Figura1.3: Esquema de ejecución de tratamientos superficiales¹².

1.4.2.3 Mortero Asfáltico (Slurry Seal)

Un tratamiento superficial con mortero asfáltico consiste en la aplicación sobre una superficie de una o más capas de un mortero bituminoso fabricado en frío con áridos.

El mortero bituminoso es una mezcla de agregado fino bien graduado, emulsión asfáltica, agua y eventualmente relleno mineral de aportación con o sin aditivos.

¹² Bariani Bernucci, Liedt, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, y Jorge Barbosa Soares. *Pavimentación Asfáltica*. Rio de Janeiro, Brasil: Abeda, 2008.

Este tipo de mezcla asfáltica empezó a ser utilizado en la década de 1960 en los Estados Unidos, en Francia y en el Brasil.¹³ La aplicación más difundida del mortero asfáltico es en el mantenimiento de carreteras, especialmente en aquellos que presentan desgaste superficial, siendo en ese caso un elemento de impermeabilización y rejuvenecimiento de la condición funcional del pavimento. También se tienen experiencias en vías de bajo tránsito, actuando directamente como capa sellante aplicada a suelos mejorados sin pavimentar¹⁴.

Los morteros asfálticos se clasifican en tipo I, II, ó III según el tamaño de los agregados utilizados.

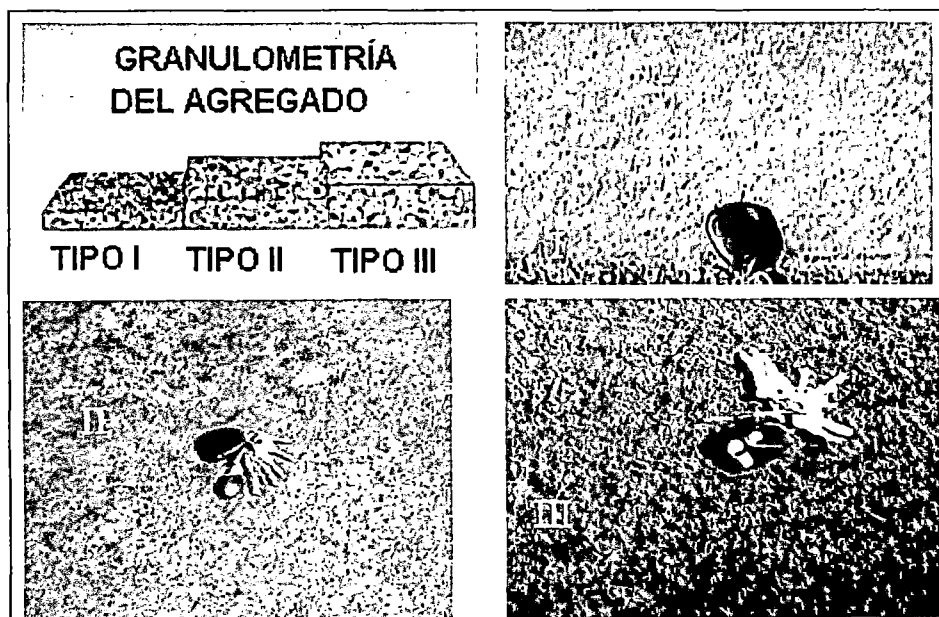


Figura 1.4: Tipos de Slurry seal¹⁵.

El mortero asfáltico **Tipo I** (más fino), se utiliza para parqueos y para la pista de aterrizaje de los aeropuertos; la tasa aproximada de aplicación está en un rango de 3.25 a 5.4 kg/m².

¹³ Bariani Bernucci, Liedt, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, y Jorge Barbosa Soares. *Pavimentacion Asfáltica*. Río de Janeiro, Brasil: Abeda, 2008.

¹⁴ Jiménez, Mónica, Denia Sibaja, y Doris Molina. *Evaluación de la Factibilidad en La Aplicación de Sellos de Lechada Asfáltica "Slurry Seals" en Costa Rica*. Costa Rica, 2008. http://investigacion.lanamme.ucr.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=7 [Consulta: Mayo 2009]

La granulometría **Tipo II** (general), se utiliza en calles residenciales, caminos interurbanos, accesos, pistas de estacionamientos de vehículos en los aeropuertos, espaldones, rampas de acceso de concreto y puentes; la tasa aproximada de aplicación está en un rango de 5.4 a 8.1 kg/m².

Finalmente, la granulometría **Tipo III** (más gruesa) se utiliza en autopistas, también en las rampas de acceso de concreto y puentes; la tasa aproximada de aplicación está en un rango de 8.1 a 15.5 kg/m²¹⁵.

1.5 ESTADO ACTUAL DE LAS CARRETERAS EN EL PERÚ

La infraestructura vial del Perú está conformada según el Sistema Nacional de Carreteras – SINAC por 125,596.00 Km, configuradas en rutas Nacionales, Departamentales y Vecinales, la condición de estas se muestran en el Cuadro N°1.2.

Tipo de superficie	Longitud	
	Km.	%
Pavimentadas	14,694.73	11.7
No Pavimentadas	70,208.16	55.9
Otras Condiciones	40,693.10	32.4
Total	125,596.00	100,0

Cuadro N°1.2: Longitud por tipo de superficie de rodadura¹⁶

Como se puede observar solo un 11.7% de las carreteras se encuentran asfaltadas; mientras que el 88.3% restante esta conformado por vías no pavimentadas y trochas. La representativa extensión de las carreteras no pavimentadas evidencian la carencia de una adecuada infraestructura de transporte, esto se evidencia en altos costos de operación vehicular y por consiguiente un escaso desarrollo socio económico de los pueblos más alejados.

¹⁵ Jiménez, Mónica, Denia Sibaja, y Doris Molina. *Evaluación de la Factibilidad en La Aplicación de Sellos de Lechada Asfáltica "Slurry Seals" en Costa Rica*. Costa Rica, 2008.
http://investigacion.lanamme.ucr.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=7
[Consulta: Mayo 2009]

¹⁶ MTC, Sistema Nacional de Carreteras SINAC, D.S N° 044-2008-MTC (actualizado al 2010).

1.5.1 CARRETERAS PAVIMENTADAS

Las carreteras pavimentadas son aquellas que están conformadas por un conjunto de capas superpuestas horizontalmente, formadas por materiales con determinadas características, capaces de transmitir adecuadamente las cargas generadas por el tráfico, a parte de poseer características ciertamente resistentes el pavimento es capaz de aportar otra serie de propiedades, seguridad y comodidad de los usuarios, materializando esto último en capas de rodadura.

Atendiendo la forma de resistir los esfuerzos, así como los materiales y capas que la componen se dividen en dos grandes grupos, estos son los pavimentos flexibles, formados por capas granulares y capas bituminosas, y los pavimentos rígidos compuestos por capas granulares y capas con concreto hidráulico¹⁷.

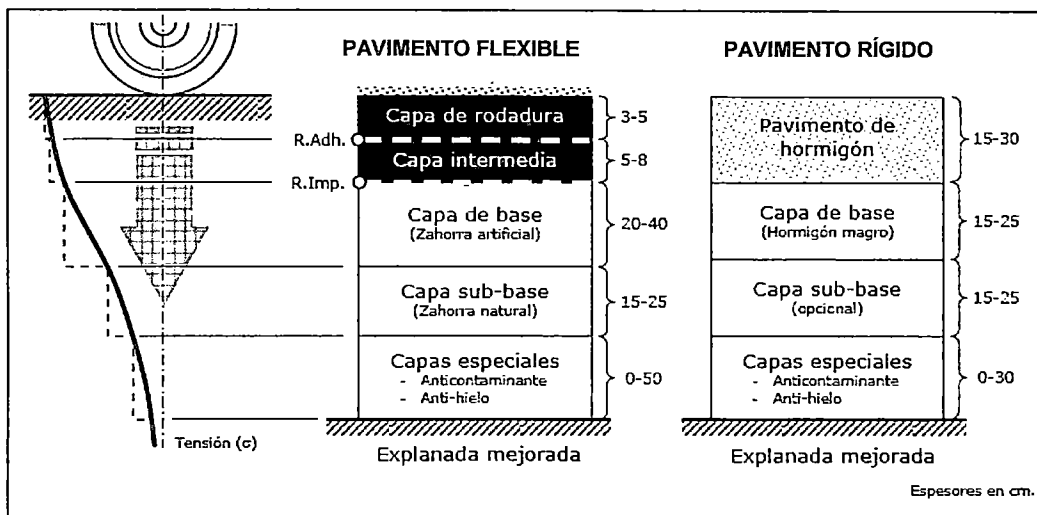


Figura 1.5: Capas Genéricas de un pavimento convencional¹⁸.

1.5.2 Caminos No Pavimentados

Los caminos no pavimentados generalmente se localizan en áreas rurales, significando un medio importante de desarrollo económico y social.

Los caminos no pavimentados son aquellos que están constituidos por el mismo terreno de fundación y no poseen revestimientos de cemento asfáltico, cemento

¹⁷ Bañón Blázquez, Luis, y Jose Beviá García. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

¹⁸ Bañón Blázquez, Luis, y Jose Beviá García. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

portland o algún tipo de tratamiento superficial. En su mayoría las características geométricas de un camino no pavimentado en el Perú, no obedecen a ninguna norma geométrica de proyecto, estos caminos simplemente acompañan la topografía natural del terreno.

1.5.3 Pavimentos Básicos

Los pavimentos de básicos o pavimentos de bajo costo representan un concepto intermedio entre los caminos no pavimentados y las vías pavimentadas, básicamente son pavimentos flexibles, constituidos por el mismo terreno de fundación o el reemplazo de éstos por afirmados estabilizados con suelo-cemento, suelo-cal o emulsión asfáltica, adicionalmente con la finalidad de preservar las características se utilizan capas sellantes para impermeabilizar y brindar una superficie de deslizamiento adecuada. Estas capas sellantes son los denominados tratamientos superficiales.

1.6 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

La condición de un pavimento puede entenderse como la serviciabilidad que este presenta en un determinado periodo de su vida útil.

Teniendo en cuenta el desarrollo tecnológico de la ingeniería en todas sus especialidades, sería cuestionable admitir que la percepción de los usuarios, en cuanto al termino serviciabilidad, no haya variado en los últimos años, dado que los vehículos, las características de las carreteras y las velocidades de operación cambiaron.

La serviciabilidad no es exclusivamente una medida de la calidad de la superficie del pavimento y puede ser identificada por la inclusión de otros factores como los defectos superficiales. Los resultados de los ensayos realizados en la AASHO Road Test en 1962, mostraron que la gran mayoría de las informaciones sobre serviciabilidad del pavimento era atribuida a la irregularidad longitudinal del perfil superficial, es decir, las medidas de irregularidad buscaba estimar la serviciabilidad del pavimento existente.¹⁹

¹⁹ Bariani Bernucci, Liedt, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, y Jorge Barbosa Soares. *Pavimentacion Asfaltica*. Rio de Janeiro, Brasil: Abeda, 2008.

1.7 DETERIORO DEL PAVIMENTO

Los pavimentos tienden a sufrir deterioros por una variedad de mecanismos, incluyendo aquellos relacionados con el tráfico, causas ambientales y los relacionados a los materiales y métodos de construcción.

El mecanismo de deterioro de las vías no pavimentadas es muy diferente en relación a las vías pavimentadas y las vías con pavimentos básicos, debido a que las últimas son influenciadas fuertemente por las características del revestimiento, que es considerablemente más resistente al desgaste y la acción del agua, que los materiales utilizados para el revestimiento primario.

1.7.1 Deterioros en caminos no pavimentados

La vida útil de un camino no pavimentado tiene una duración media de apenas uno o dos años, debido a que su superficie está sometida a un proceso continuo de deterioro. El estado de la superficie, está relacionado directamente al tipo de suelo que constituye el lecho carrozable.

Los problemas existentes en los caminos no pavimentados, ondulaciones, polvo, huecos, erosiones, etc., tienen como causa la falta de capacidad de soporte del terreno de fundación, el mal desempeño de la superficie de rodadura y la deficiencia en el sistema de drenaje o la combinación de estos factores.

A continuación se presentan unas vistas de los defectos más usuales en vías no pavimentadas.

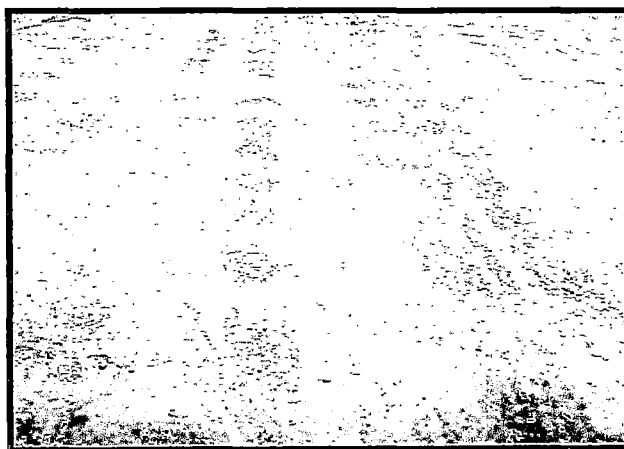


Foto 1.1: Ondulaciones en caminos no pavimentados²⁰.

²⁰ Bariani Bernucci, Liedt, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, y Jorge Barbosa Soares. *Pavimentacion Asfaltica*. Rio de Janeiro, Brasil: Abeda, 2008.



Foto 1.2: Pérdida de finos en caminos no pavimentados.²¹



Foto1.3: Hundimientos o huecos en caminos no pavimentados²¹.

1.8 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

La evaluación de la superficie de un pavimento es una actividad que permite inferir condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos mediante procedimientos normados de medidas y observaciones. Las metodologías para ejecutar levantamientos de este tipo son basadas en mediciones y en la verificación de la presencia de defectos que aparecen en la superficie de los pavimentos.

²¹ Carreteras, Consorcio Gestión de. «Inventario Vial Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca.» Estudio Definitivo , Lima, 2008.

El objetivo de la evaluación estructural es evaluar la capacidad de respuesta del paquete estructural frente a las sollicitaciones impuestas por el tránsito y el clima, mientras que el objetivo de la evaluación funcional es evaluar el grado en que el pavimento satisface los requisitos desde el punto de vista de la comodidad y seguridad de circulación del usuario.

En el caso de los caminos de bajo volumen de tránsito, la presencia de los tratamientos superficiales influye principalmente en conservar las características funcionales del afirmado estabilizado, a través de la prevención de los defectos de superficie predominantes en una vía sin superficie de rodadura asfáltica.

Los principales Métodos de Evaluación visual de pavimentos son los siguientes:

1.8.1. Manual de identificación de defectos de los pavimentos del programa SHRP

El mecanismo de evaluación analiza defectos superficiales y de entorno del pavimento. Las distintas fallas son evaluadas en una escala de acuerdo con el tipo de pavimento. La tipificación, el grado de severidad y la extensión son los elementos esenciales en la evaluación. Cada una de ellas es evaluada en una escala de acuerdo con el tipo de superficie de rodadura objeto del análisis²¹.

1.8.2. Metodología Vizir

Fue desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) de Francia, a partir de 1972. Es destinado a la evaluación de pavimentos Flexibles con revestimiento bituminoso.

Los defectos están divididos en dos categorías: Defectos del tipo A y defectos del tipo B y cada defecto posee tres niveles de severidad.

La categoría de los defectos del tipo A incluyen las degradaciones que caracterizan el estado estructural del pavimento y el del tipo B, aquellos que generalmente no están asociadas a la capacidad estructural del pavimento.

En el cuadro 1.3 se muestran los tipos de defectos consideradas en cada categoría.

Defecto tipo A	Defecto tipo B
Ahuellamientos	Fisuras longitudinales
Fisuras diversas	Panelas
Fisuras tipo piel de cocodrilo	Desprendimientos: desgaste acentuado; desgaste superficial, exudación.
Restauraciones	

Cuadro 1.3: Defectos del Método Vizir²².

El método inicia inventariando los defectos, haciendo referencia a su extensión y a su severidad. La condición del pavimento en función del Índice Global de Degradación varía desde 1 para los mejores pavimentos hasta 7 para los pésimos. En este tipo de levantamiento, la severidad del defecto tiene escasa participación y es sobre todo su extensión la que se tiene en cuenta. La medición de defectos consiste en determinar la extensión de la vía que presenta un determinado defecto y estimar la extensión del pavimento afectado en clases: menos de 10%, de 10 a 50 %, más de 50% de la superficie.

El método Vizir proporciona una imagen del estado de la superficie del pavimento en un instante dado y la identificación de zonas de igual calidad clasificada en tres niveles de defectos (bueno, medio y pésimo). Estas zonas de igual calidad, son utilizadas para determinar la naturaleza y los tipos de trabajos requeridos.²¹

1.8.3 Metodología PCI

Este método fue elaborado por el cuerpo de ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Inicialmente fue desarrollado para pavimentos de aeropuertos y posteriormente, ampliado para vías, calles y estacionamientos. Son dirigidos a los pavimentos asfálticos y de concreto de cemento Portland (simples y armados). La evaluación de la superficie puede ser realizada en forma continua o por toma de muestras, de igual manera que en el levantamiento continuo, el tramo debe ser dividido en segmentos con aproximadamente 225 m². Cada

²² Danieleski. «Proposta de Metodologia para avaliacao superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicacao a rede viaria de Porto Alegre.» *Mestrado Profissionalizante em Engenharia*. Universidad Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2004. 24-29.

segmento es inventariado, identificando y registrando manualmente en una planilla, los tipos, las cantidades y severidades de cada defecto encontrado.

La toma de muestras es indicada para obtener una reducción de los costos y tiempo gastado en las evaluaciones. El método especifica los procedimientos estadísticos para determinar el número y la selección de muestras que deben ser inventariadas.²³

El deterioro de la estructura de pavimento, es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. El método adopta una escala con la finalidad de comparar diversos tipos de pavimentos, el Índice de Condición de Pavimento es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1.4 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

PCI	Condición del Pavimento
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Cuadro 1.4: Rangos de PCI ²³.

²³ D6433-03, ASTM. *Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos.*

2. PRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE EXPERIMENTACIÓN.

2.1 GENERALIDADES

Los pavimentos son directamente influenciados por la topografía, la geología, el clima, las condiciones ambientales y el tráfico, factores predominantemente importantes que afectan su desempeño.

Las aguas provenientes de las lluvias, nivel freático o por la acción de la población, afectan las obras viales, particularmente a los pavimentos, que son estructuras lineales, que a pesar de ser relativamente impermeables, sufren fisuramiento permitiendo así la entrada de agua y disminuyendo la capacidad de soporte de la estructura del pavimento.

El tráfico es uno de los factores que inciden directamente en el comportamiento del pavimento, es el factor esencial en cuanto a solicitudes de carga y facilita la evolución de las fallas.

El deterioro se inicia generalmente en la superficie y luego avanza hacia las capas subyacentes a medida que se desarrollan los agrietamientos en la superficie, por esta razón para posibilitar la comparación del desempeño de los tratamientos superficiales, se trató de establecer las mismas condiciones iniciales de las estructuras del pavimento, condiciones ambientales y de tráfico para cada tipo de revestimiento.

2.2 AREA DE ESTUDIO

2.2.1 Ubicación

El área de estudio de la presente evaluación, corresponde a un tramo de la vía Cañete – Lunahuana – Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas - Chupaca, entre las progresivas Km 58+400 al Km 128+800, la vía que encuentra ubicada entre las provincias de Cañete y Yauyos, en el departamento de Lima, y Concepción en el departamento de Junín.

El tramo Zúñiga- Dv. Yauyos se encuentra entre las coordenadas geográficas: 12°00' a 13°00' Longitud Sur y 75°15' a 76°10' Longitud Oeste. El tramo tiene como punto de inicio la localidad de Zúñiga ubicada a 821 msnm y como punto final la localidad de Magdalena (Dv. Yauyos) a 2289 msnm.

En su parte inicial el tramo se encuentra dentro del valle de cañete, siendo este estrecho y de forma triangular, a medida que se va incrementando la altitud la quebrada se va transformando en una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos.

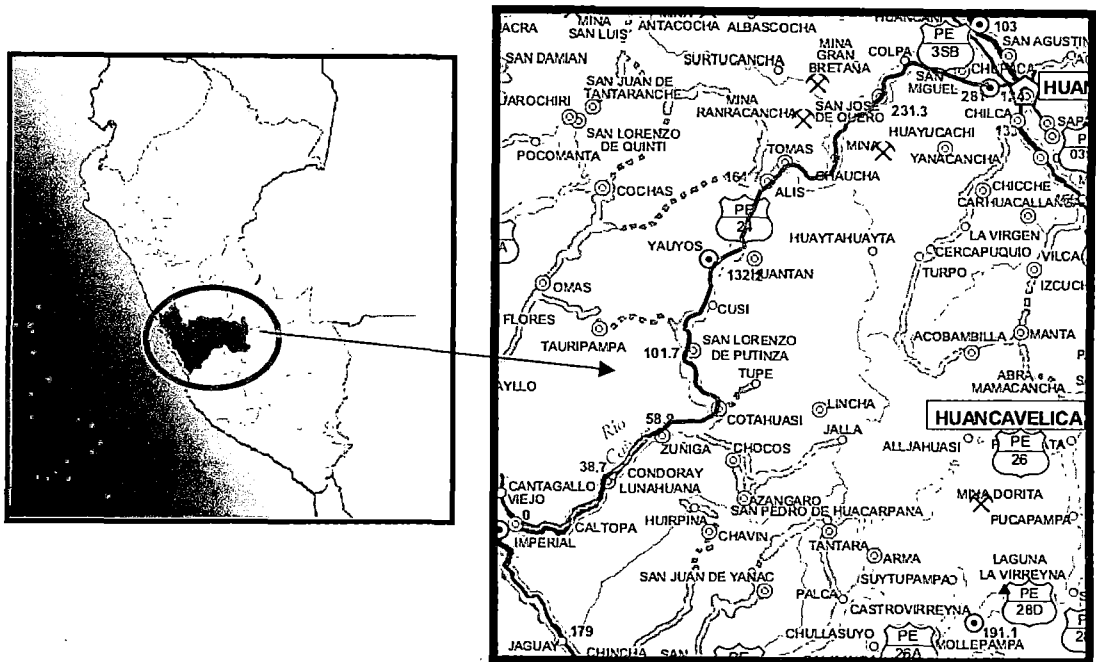


Figura 2.1: Ubicación de la Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zúñiga-Dv. Yauyos –Ronchas²⁴.

2.2.2 Geología local

La geología del área presenta rocas ígneas intrusivas y sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Terciario y los suelos están representados por depósitos de origen aluvial y fluvio-glaciar.

El tramo se desarrolla en su mayoría sobre el Intrusivo - Catahuasi (K-gdt-c) y la formación Tantará (Ti - t), el Intrusivo - Catahuasi (K-gdt-c) aparece desde la Quebrada San Juan hasta Caullama. Son rocas intrusivas, granodioritas-tonalitas de color blanco grisáceo, faneríticas, moderadamente meteorizadas a

²⁴ http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/___LIMPIO/mapas_viales/LIMa_JUN_Z5.pdf (último acceso: Setiembre de 2009).

poco meteorizadas. La formación Tantarú (Ti - t) pueden ser apreciadas en la zona de la localidad de San Jerónimo, Putinza y entre Huaynía y Tomaino. Está constituida por rocas volcánicas, andesitas, dacitas, brechas y tobas entre otros; conforman depósitos residuales, arenosos y arenos limosos, son de color gris verdoso a gris azulado, porfíricos, poco meteorizada²⁵.

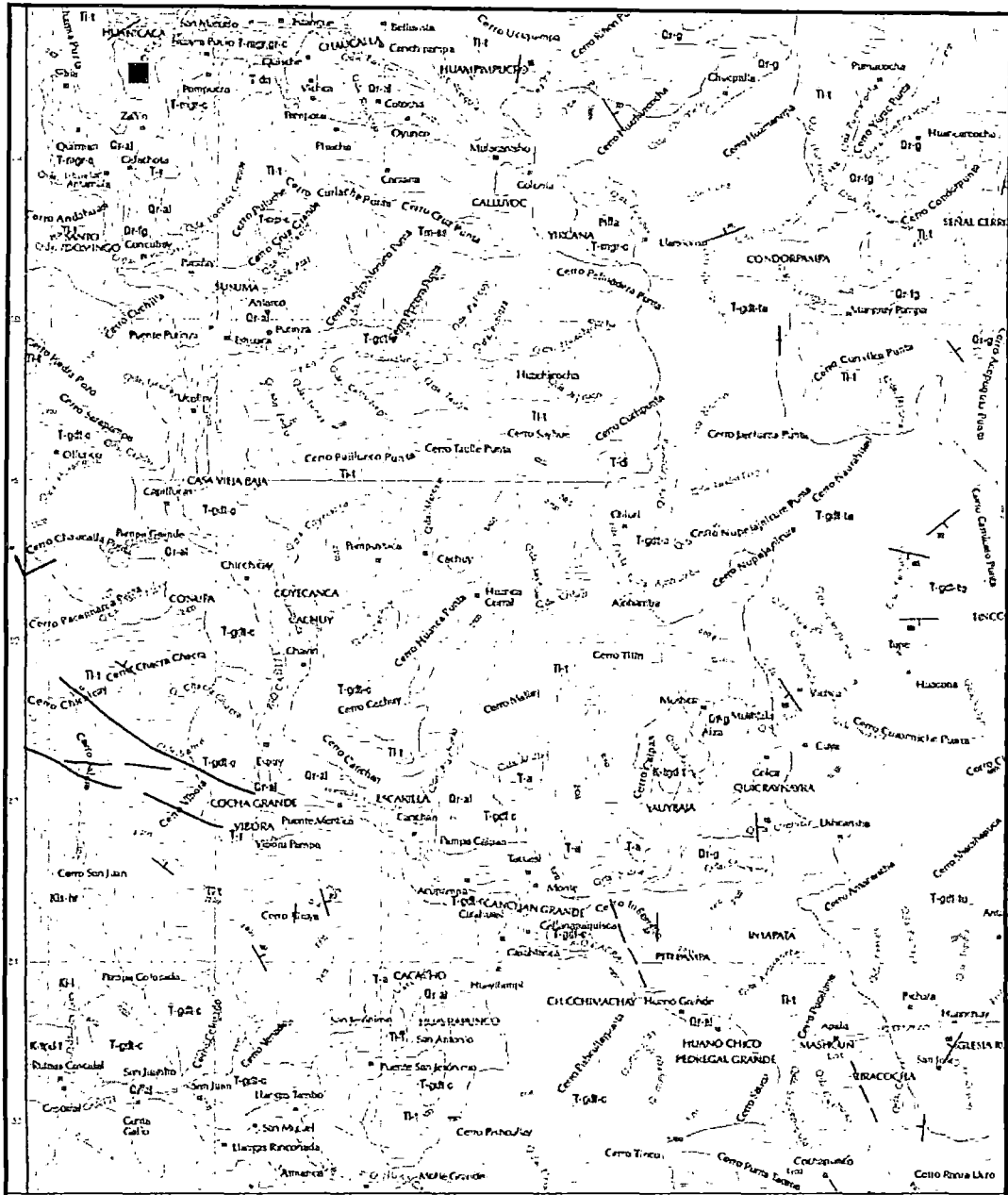


Figura 2.2: Geología del Tramo Zúñiga-Dv. Yauyos²⁶

²⁵ Salazar, H., y C. Landa. *Geología de los Cuadrangulos de Mala, Lunahuana, Tupe, Conayca, Chincha, Tantarú y Castrovirreyna*. Boletín N° 44, Lima: INGEMMET, 1993.

²⁶ INGEMMET. *Mapa Geológico del cuadrangulo de Tupe*. Hoja 26-I, Lima.

2.2.3 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas de la región se caracterizan por presentar climas de transición, entre los climas secos o semi- secos característicos del inicio del valle de Cañete y los climas fríos y húmedos de las altitudes.

Los parámetros climatológicos precipitación y temperatura son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la vía en el tramo Zúñiga-Dv. Yauyos. Para caracterizar la condición climática del tramo se revisaron las estaciones: Yauyos, Pacarán, y Catahuasi, esta última desactivada.

El tramo de evaluación tiene al inicio un clima muy seco y semi cálido, este clima es característico hasta una altitud de 2,000 m.s.n.m., con escasa o casi nula precipitación pluvial, de 13 a 25 mm, con temperaturas que varían de 23.9 a 17.3°C, los valores dados por la estación Pacarán muestra una temperatura promedio mensual anual de 20.7°C, siendo frío en el invierno, con alto porcentaje de humedad.

Entre los 2,000 y 3,000 m.s.n.m., el clima es seco y templado es notoria la presencia de lluvias con un promedio de 281.2 mm. La estación de Yauyos, ubicada a una altitud de 2290 m.s.n.m, registra un menor promedio mensual anual comparado a la estación Pacaran, de 17.6°C.

Como se aprecia en la distribución anual de la temperatura media mensual para la estación Pacarán, las temperaturas máximas se presentan en los meses de enero a abril, mientras que esta distribución a una mayor altitud, muestra un comportamiento inverso, es decir mayores valores de la temperatura en los meses de setiembre a noviembre.

A continuación los cuadros señalan las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones medias mensuales para un año promedio.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO (°C)													
ESTACION: YAUYOS										ALTITUD : 2290 msnm			
Año	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct.	Nov.	Dic.	MEDIA
Max.	18.6	18.8	18.3	18.7	18.6	17.9	18.7	18.3	17.9	18.6	18.8	18.8	18.2
Min	15.6	16.5	16.6	16.9	17.1	16.6	16.9	17.5	17.3	17.1	17.1	17.3	17.1
Prom. Mes	17.1	17.4	17.5	17.5	17.7	17.1	17.5	17.8	17.7	18.1	17.9	17.8	17.6
ESTACION: PACARAN										ALTITUD : 700 msnm			
Año	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct.	Nov.	Dic.	MEDIA
Max.	24.2	25.0	25.0	23.8	20.9	19.5	19.2	18.0	20.0	20.5	20.8	22.8	21.2
Min	21.8	22.9	23.2	22.2	19.9	16.5	16.0	17.0	18.6	19.5	19.7	21.5	20.2
Prom. Mes	22.8	23.7	23.9	22.9	20.3	17.9	17.3	17.6	19.1	20.0	20.5	22.0	20.7

Cuadro N° 2.1: Temperaturas medias mensuales del tramo Zuñiga-Dv. Yauyos²⁷

ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
		Ene	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct.	Nov.	Dic.	
YAUYOS	2290.0	59.5	68.0	65.6	13.5	3.5	0.3	0.1	0.9	2.1	12.6	17.9	34.5	281.2
CATAHUASI	1369.0	6.4	8.2	2.3	2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	1.7	1.2	1.7	0.9	24.8
PACARAN	700.0	3.7	2.7	3.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	0.0	1.7	13.0

Cuadro N° 2.2: Precipitación media mensual del Tramo Zúñiga- Dv. Yauyos²⁷

En cuanto se refiere a la variación de la precipitación promedio mensual, es conocido que en toda la zona alto andina existe una marcada estacionalidad. A partir de setiembre se inician las primeras lluvias incrementándose paulatinamente hasta el mes de marzo o abril. En el periodo entre enero y marzo se concentra el mayor volumen de precipitación. Entre los meses de mayo y agosto son escasas las lluvias.

²⁷ Ing Efrain Noa Yarasca, Ing.Luis Alberto Ordoñez, Ing. Noe Sabino, Arqto. Julio Baba., Proyecto INDECI -PNUD 00048999 Ciudades Sostenibles. Estudio para el Desarrollo, Lima: Publicaciones INDECI, 2008.

2.3 ZONAS DE CARACTERÍSTICAS HOMOGÉNEAS

2.3.1 Metodología de identificación de secciones homogéneas en un tramo

Para lograr caracterizar adecuadamente una vía es necesario subdividirla en tramos y estos a su vez en sectores. Debido a que los tramos son generalmente unidades largas de la red vial, estos raramente poseen las mismas características en toda su longitud. Para los efectos de la evaluación, se necesita dividir el tramo Zúñiga –Dv. Yauyos en sectores.

Las características según las cuales se dividió el tramo de análisis son:

- **Estructura.-** La estructura es uno de los criterios más importantes para dividir un tramo en secciones. Lamentablemente, no siempre se cuenta con información estructural sobre todos los tramos de la red. En todo caso, hay que inspeccionar datos constructivos y en algunos casos deben contemplarse la realización de un programa de perforaciones para verificar la composición estructural de una sección de la red.
- **Tráfico.-** El volumen y la intensidad de tráfico deben ser uniformes en la sección.
- **Clima.-** La temperatura y la humedad influirán notablemente en el comportamiento del pavimento, aceleraran los procesos de reducción de resistencia, resistencia al deslizamiento etc.
- **Suelo de fundación.-** Las características del suelo de fundación de la vía nos permitirá determinar su capacidad mecánica para resistir los esfuerzos a los cuales será sometida la estructura durante el período de vida útil previsto.
- **Construcción.-** Todas las partes de una sección deben haber sido construidas en el mismo tiempo.

2.3.2 Identificación de secciones homogéneas en el tramo en estudio

A continuación se realiza un análisis detallado de cada una de las características mencionadas anteriormente, según las cuales se determinan las zonas de características homogéneas.

a) Estructura

Se realizó la sectorización del tramo de acuerdo a su estructura según los datos obtenidos del informe técnico de diseño del contratista y de las observaciones realizadas durante el proceso constructivo. El tramo tiene un espesor total de afirmado de 13 cm, de los cuales 5cm se encuentran estabilizados con emulsión asfáltica; la diferencia se encuentra en los tratamientos superficiales aplicados sobre la base estabilizada, estos varían de acuerdo al cuadro 2.3

SECCION	Espesor de afirmado	Espesor de afirmado estabilizado	Superficie de Rodadura
58+400 – 78 + 800	8 cm	5cm	Slurry seal (0.9 cm)
78+800 – 128+000	8 cm	5cm	Monocapa (0.9 cm)

Cuadro 2.3: Estructura del pavimento en el tramo Zúñiga-Dv. Yauyos²⁸

b) Tráfico

Las características del tráfico varían, a lo largo del tramo existiendo sectores de características similares llamados sectores homogéneos.

En el año 2008 en el estudio técnico presentado por el contratista CGC, se realizó un estudio de tráfico, orientado básicamente a determinar los indicadores de tráfico, los resultados se muestran a continuación en el cuadro 2.4.

²⁸ CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zúñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.

Descripción vehículo	IMD (veh/día)				
	Zúñiga	San Juan	Pueblo Nuevo	Chichicay	Capillucas
	56+600 San Juan 65+600	65+600 Pueblo Nuevo 66+680	66+680 Chichicay 92+110	92+110 Capillucas 94+640	94+640 Dv. Yauyos 127+000
Auto	6	6	3	2	1
Camioneta	194	194	289	58	20
Combi rural	74	74	61	18	4
Micro	48	48	68	8	0
Ómnibus 2	15	15	14	13	8
Ómnibus +2	1	1	0	1	0
Camión 2 ejes	47	47	42	30	9
Camión 3 ejes	9	9	4	2	11
Camión 4 ejes	1	1	2	2	0
Semitrayler	28	28	53	98	0
trayler	38	38	33	0	0
IMD	461	461	569	232	53

Cuadro 2.4: Sectores Homogéneos y ubicación de las estaciones de control²⁹

En el tráfico real medido en el tramo Zúñiga – Capillucas, el IMD varía entre 232 y 569 veh/día, esta es una situación extraordinaria y temporal, debido a la influencia de los trabajos que se realizaron en la construcción de la Central Hidroeléctrica El Platanal; esta obra finalizó su construcción en diciembre del 2009, cuando comenzó a operar en prueba. Por lo tanto en base al cuadro 2.4 se puede concluir, que existen cuatro sectores bien diferenciados en función a su IMD, estos se muestran en el cuadro 2.5.

PROGRESIVA	58+405	68+875	93+915	96+445	128+805
SECTORES	T1	T2	T3	T4	
IMD	461	569	232	53	

Cuadro 2.5: Sectorización según tráfico³⁰

²⁹ CGC, Consorcio Gestion de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zúñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.

³⁰ Elaboración propia a partir de datos del Cuadro 2.4.

c) CLIMA

Los parámetros climatológicos precipitación y temperatura son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la vía en el tramo correspondiente a Zúñiga-Dv. Yauyos. Las estaciones que se revisaron para el presente estudio son: Yauyos, Pacarán, Colonia y Catahuasi, las 2 últimas desactivadas.

- **Temperatura**

Según los valores de la estación Pacarán y Yauyos descritos anteriormente se observa que no existe una marcada diferencia de temperaturas entre estas estaciones, por lo tanto se puede considerar que todo el tramo Zúñiga-Dv. Yauyos presenta una sección homogénea en cuanto a valores de temperatura, con temperaturas que varían de 23.9 a 17.1°C.

- **Precipitación**

En cuanto a niveles de precipitación el tramo se desarrolla sobre dos sectores bien diferenciados, los sectores son los siguientes.

- El primer tramo está comprendido entre Zúñiga (821 msnm) y los 2000 msnm. Donde las precipitaciones promedio anuales son escasas o casi nulas variando de 13 mm a 25 mm de precipitación total anual para un año promedio.
- El segundo tramo corresponde a la cuenca media del río Cañete, comprendido entre los 2000 y 3500 msnm con una precipitación promedio de 281.2 mm anuales.

ZONA	TRAMO	PRECIPITACION ANUAL	TEMPERATURA °C
ZONA 1	Zúñiga (821 msnm) hasta los 2000 msnm (Puente Auco Km. 114+605)	13 mm a 25 mm	23.9 a 17.1
ZONA 2	Cuenca media del río Cañete entre los 2000 y 3500 msnm (Km 115+000 al Km al 128+805 Dv. Yauyos)	281.2 mm	

Cuadro 2.6: Resumen Sectorización por Condiciones climáticas³¹

³¹ Elaboración propia a partir de datos del ítem 2.2.3

d) SUELO DE FUNDACIÓN

La estratigrafía del terreno de fundación de la vía en el tramo Zúñiga- Dv. Yauyos, se realizó con información recopilada del estudio de suelos realizado por el consorcio CGC y los muestreos de verificación realizados por la Oficina de Proyectos y Obras de la Facultad de Ingeniería Civil- UNI; en el Anexo 1.0 se presenta el perfil estratigráfico para el tramo en estudio.

De acuerdo al perfil estratigráfico elaborado, se distingue la existencia de tres tipos de suelos según la clasificación SUCS, según el cuadro 2.7.

TIPO DE SUELO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO	DESCRIPCION
S1	SC-SM	A-1-b(0) a A-2-4(0)	Arena limo arcillosa
S2	GC-GM	A-1-a(0) a A-1-b(0)	Grava limo arcillosa
S3	SC	A-2-4(0) a A-6 (2)	Arena arcillosa

Cuadro 2.7: Sectorización según Tipo de suelo de fundación³²

La distribución de estos tipos de suelos a lo largo del tramo se presenta de forma aleatoria, observándose un primer tramo desde el 58+405 hasta el tramo 88+600 en el cual se tiene una capa superior de 30 cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de arenas y gravas limosas que clasifican en el sistema SUCS como SC-SM y GC-GM, por debajo de este material, en los primeros 7 Km se encuentra un material areno arcilloso, cuya clasificación SUCS es SC y el restante se han encontrado boloneras en tamaños variables entre 4" a 8".

En el tramo 88+600 al 91+600 el suelo de fundación corresponde a una arena arcillosa, su clasificación en el sistema SUCS es SC, por debajo de este material también presenta bolonería con tamaño máximo de 7".

En el tramo entre el Km. 91+600 al Km 96+600 el suelo de fundación está compuesto mayoritariamente por suelos gravosos que en el sistema SUCS clasifican como GC-GM, en el tramo restante se encuentran alternancia de

³² Elaboración propia a partir de datos del Estudio de Suelos elaborado por el CGC.

estratos con gravas y arenas de matriz limo-arcillosa, que en el sistema SUCS clasifican como GC-GM y SC-SM.

Basados en la estructura del pavimento, tráfico, clima y tipo de suelo de fundación, representada en la Figura 2.3, el tramo de estudio Zúñiga - Dv. Yauyos se puede dividir en 13 Zonas con características particulares, la relación se presenta en el cuadro 2.8. De estos sectores se observaron que las zonas Z3, Z5 y las zonas Z4, Z6 son sectores con similares características de tráfico, clima y tipo de suelos de fundación, diferenciándose únicamente en el tipo de recubrimiento bituminoso.

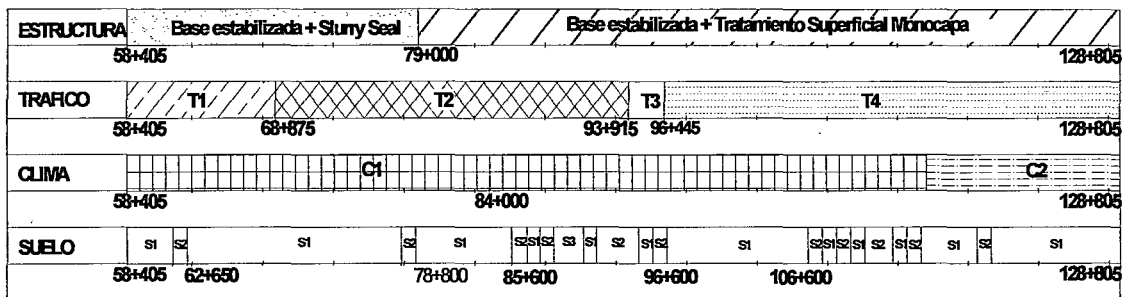


Figura 2.3: Criterios para sectorización del tramo Zúñiga-Dv. Yauyos³³

ZONAS DE CARACTERISTICAS HOMOGENEAS			
	SECCIÓN	CARACTERISTICAS	UBICACIÓN
TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS	Z1	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 461 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 58+405 al 61+650 Km. 62+650 al 68+875
	Z2	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 461 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 61+650 al 62+650
	Z3	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 68+875 al 77+700
	Z4	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 77+700 al 78+800

³³ Elaboración propia.

ZONAS DE CARACTERÍSTICAS HOMOGÉNEAS		
SECCIÓN	CARACTERÍSTICAS	UBICACIÓN
Z5	Base estabilizada + Monocapa IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 79+000 al 85+600 Km. 86+700 al 87+600 Km. 90+700 al 91+600
Z6	Base estabilizada + Monocapa IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 85+600 al 86+700 Km. 87+600 al 88+600 Km. 91+600 al 93+915
Z7	Base estabilizada + Monocapa IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC	Km. 88+600 al 90+700
Z8	Base estabilizada + Monocapa IMD: 232 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 93+915 al 95+600
Z9	Base estabilizada + Monocapa IMD: 232 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 95+600 al 96+600
Z10	Base estabilizada + Monocapa IMD: 53 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 96+600 al 106+600 Km. 107+600 al 108+600 Km. 109+000 al 110+600 Km. 112+600 al 113+600
Z11	Base estabilizada + Monocapa IMD: 53 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 106+600 al 107+600 Km. 108+600 al 109+000 Km. 110+600 al 112+600 Km. 113+600 al 114+600
Z12	Base estabilizada + Monocapa IMD: 53 veh/día Precipitación anual: 281.2 mm SC-SM	Km. 114+600 al 118+600 Km. 119+600 al 128+805
Z13	Base estabilizada + Monocapa IMD: 53 veh/día Precipitación anual: 281.2 mm GC-GM	Km. 118+600 al 119+600

Cuadro 2.8: Zonas de características homogéneas³⁴

³⁴ Elaboración propia.

e) CONSTRUCCION

La fecha de construcción de los pavimentos básicos es el último filtro para determinar las zonas homogéneas de comparación; las sectorización según fecha de construcción son mostradas en el cuadro 2.9.

TRAMO (Km)		AFIRMADO ESTABILIZADO + TRATAMIENTO SUPERFICIAL	FECHA DE CONSTRUCCION
59+000	69+000	SLURRY SEAL	MARZO 2009
69+000	74+000		ABRIL 2009
74+000	79+000		ABRIL-MAYO 2009
79+000	84+000	MONOCAPA	ABRIL 2009
84+000	94+000		FEB-MARZO 2009
94+000	99+000		NOVIEMBRE 2008
99+000	104+000		NOV-DIC 2008
104+000	128+000		SETIEMBRE 2008

Cuadro 2.9: Fechas de construcción de los tratamientos superficiales en el Tramo Zúñiga –Dv. Yauyos³⁵.

ZONAS DE CARACTERISTICAS HOMOGENEAS PARA COMPARACIÓN				
	SECCIÓN	CARACTERISTICAS	UBICACIÓN	FECHA CONSTR.
TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS	Z3	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 68+875 al 77+700	ABR-MAY 2009
	Z5	Base estabilizada + Monocapa IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 79+000 al 85+600 Km. 86+700 al 87+600 Km. 90+700 al 91+600	ABR 2009 MAR 2009 FEB 2009
	Z6	Base estabilizada + Monocapa IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 85+600 al 86+700 Km. 87+600 al 88+600 Km. 91+600 al 93+915	ENE-FEB 2009 ENE-FEB 2009 ENE-FEB 2009
	Z4	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm GC-GM	Km. 77+700 al 78+800	ABR-MAY 2009

Cuadro 2.10: Zonas homogéneas para comparación de desempeños³⁵.

³⁵ Elaboración propia.

Finalmente se descartaron los sectores Z4 y Z6 porque los tiempos de construcción tienen una diferencia mayor comparadas con los sectores Z3 y Z5, y esto afecta directamente el nivel de deterioro de los tratamientos superficiales; asimismo se descartaron por razones similares los sub sectores Km. 86+700 al 87+600 y Km. 90+700 al 91+600.

Los sectores de evaluación finales se muestran en el cuadro 2.11.

SECCIÓN	CARACTERISTICAS	UBICACIÓN	FECHA CONSTRUCCION
Z3	Base estabilizada + Slurry seal IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 68+875 al 77+700	ABR-MAY 2009
Z5	Base estabilizada + Monocapa IMD: 569 veh/día Precipitación anual:13 a 25 mm SC-SM	Km. 79+000 al 85+600	ABRIL 2009

Cuadro 2.11: Zonas de evaluación del comportamiento de Tratamientos Superficiales³⁶

2.4 CALCULOS DE SECCIONES REPRESENTATIVAS

Las zonas Z3 y Z5 son zonas con características semejantes e incluso comparten el mismo tipo de suelo de subrasante, pero esto no indica necesariamente que tendrán las mismas características de comportamiento estructural, debido a que esto último depende también del grado de compactación de los suelos; por lo tanto las secciones representativas son aquellos sectores de características similares en cuanto a condiciones particulares del pavimento, en este caso estas características serán la capacidad de respuesta estructural y las características de drenaje existente en la vía.

2.4.1 Según Condición estructural

Para la delimitación de secciones homogéneas en el tramo, en función de su condición estructural, se utilizó el método de las Diferencias acumuladas indicado por la Guía ASSTHO (1993); a partir de levantamientos

³⁶ Elaboración propia.

deflectométricos obtenidos con Viga Benkelman realizada por la Oficina de Infraestructura de la Facultad de Ingeniería Civil –UNI.(Anexo 2.0).

2.4.1.1 Deflectometría 2009

De acuerdo a la deflectometría realizada en el año 2009, se tuvieron los siguientes sectores homogéneos según capacidad estructural:

Sub-Tramo	Ubicación	D promedio(mm)	D caract.(mm)
1	60 + 000 al 67+000	1.03	1.78
2	67+100 al 90+000	0.82	1.26
3	90+000 al 98+000	1.15	2.03

Cuadro Nº 2.12: Sectorización según deflectometría - Método diferencias acumuladas -Octubre 2009³⁷

Se observa que debido a la escasa cantidad de muestras, estos valores no son suficientes para determinar nuestros sectores de comparación del desempeño de los tratamientos superficiales, pero representan la condición estructural al inicio de las evaluaciones. Debido a esto la evaluación se realizó a lo largo de 10 Km en los sectores Z3 y Z5 cuyo deflexión característica inicial fue de 1.26 mm.

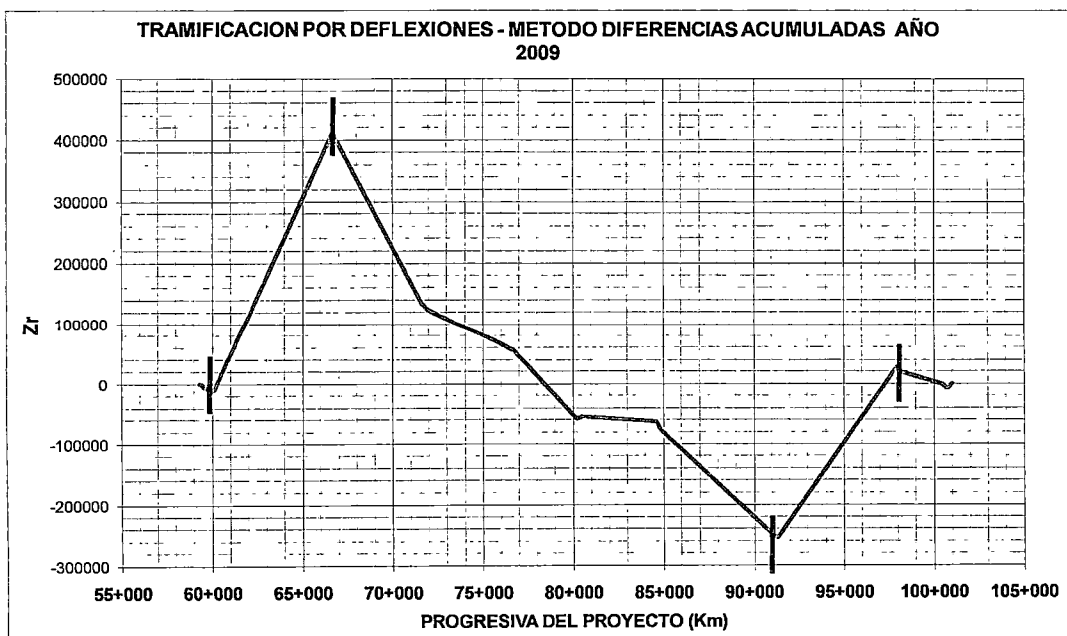


Figura 2.4: Gráfico Método Diferencias Acumuladas -Octubre 2009³⁷

³⁷ Elaboración propia

2.4.1.2 Deflectometría 2010

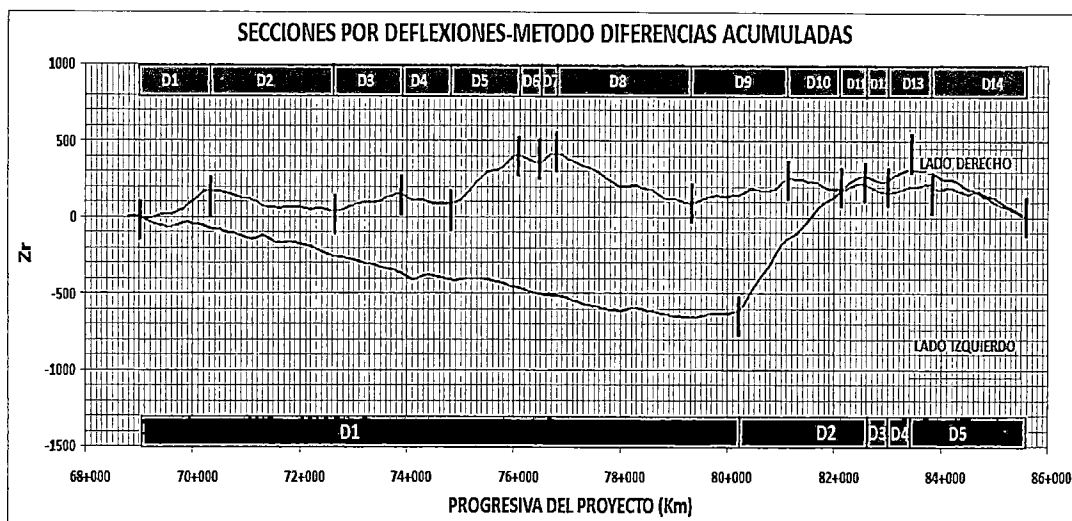


Figura 2.5: Gráfico Método Diferencias Acumuladas -Febrero 2010³⁸.

	Nº	TRAMO	Huella derecha		Huella izquierda	
			D máxima prom. (mm)	D característica (mm)	D máxima prom (mm)	D característica (mm.)
Slurry seal	1	Km. 68+875 al Km. 70+300	0.64	0.91	0.40	0.59
	2	Km. 70+300 al Km. 72+700	0.45	0.60	0.35	0.56
	3	Km. 72+700 al Km. 73+900	0.62	0.83	0.35	0.44
	4	Km. 73+900 al Km. 74+900	0.44	0.67	0.38	0.59
	5	Km. 74+900 al Km. 76+100	0.77	1.04	0.40	0.59
	6	Km. 76+100 al Km. 76+500	0.34	0.41	0.31	0.37
	7	Km. 76+500 al Km. 76+800	0.76	1.06	0.42	0.57
	8	Km. 76+800 al Km. 77+700	0.33	0.44	0.33	0.40
Monocapa	1	Km. 79+000 al Km. 79+300	0.36	0.47	0.38	0.48
	2	Km. 79+300 al Km. 80+200	0.58	0.72	0.48	0.59
	3	Km. 80+200 al Km. 81+100	0.61	1.00	0.94	1.31
	4	Km. 81+100 al Km. 82+100	0.46	0.75	0.75	1.00
	5	Km. 82+100 al Km. 82+600	0.59	0.74	0.69	0.89
	6	Km. 82+600 al Km. 83+000	0.34	0.47	0.32	0.40
	7	Km. 83+000 al Km. 83+400	0.62	1.02	0.65	0.99
	8	Km. 83+400 al Km. 83+800	0.57	0.79	0.33	0.45
	9	Km. 83+800 al Km. 85+600	0.37	0.69	0.27	0.41

Cuadro N° 2.13: Sectorización según deflectometría - Método diferencias acumuladas-Febrero 2010³⁸.

³⁸ Elaboración propia.

En la evaluación realizada por la Oficina de Proyectos y Obras de la Facultad de Ingeniería Civil –UNI , se evaluó todo el tramo de las zonas Z3 y Z5, de los resultados se puede observar la capacidad de soporte de la estructura del pavimento es muy variable, estableciéndose que existen tres tramos homogéneos que tuvieron la misma condición inicial y las mismas condiciones finales de comportamiento estructural, en estas secciones es posible la comparación de desempeños de los tratamientos superficiales; teniendo en cuenta que la capacidad estructural inicial es referencial debido a la poca cantidad de datos.

Sector Homogéneo	Slurry seal	Monocapa
I	72 + 700 al 73+900	83+400 al 83+800
II	76+100 al 76+500	82+600 al 83+000
III	76+800 al 77+700	79+000 al 79+300

Cuadro N° 2.14: Secciones homogéneas para comparación del desempeño de tratamientos superficiales³⁹.

2.4.2 Según Drenaje

En cuanto a los sistemas de drenaje del tramo, es necesario hacer énfasis que la vía cuenta solamente con drenaje del tipo superficial, a nivel de terracería, asimismo la sección de pavimento no cuenta con bombeo. El estado del drenaje para los tramos de evaluación presenta condiciones similares y dado que las precipitaciones en el área son mínimas se considera que este parámetro es semejante para todo el tramo de evaluación.

Los puntos críticos de drenaje ante niveles inusuales de precipitación son presentados en los cuadros 2.15 y 2.16, las secciones que se ubican en estos puntos no serán tomados en cuenta a la hora de la comparar los desempeño, pero nos servirán para tener una idea del comportamiento del pavimento básico.

Los tipos de drenaje superficial son los siguientes:

- **Drenaje longitudinal tipo cuneta:** Su función consiste en canalizar las aguas que caen en la plataforma, estas obras están presentes a lo largo de las secciones de evaluación, la sección típica de estas se aprecian en la figura 2.5.

³⁹ Elaboración propia.

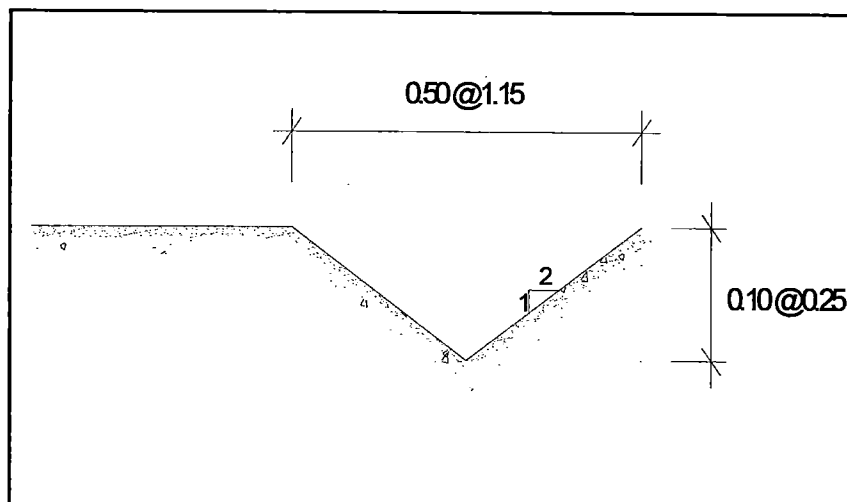


Figura 2.6: Cuneta típica de la vía⁴⁰.

Nº	UBICACION	BOMBEO	DRENAJE LONGITUDINAL	
			Lado Izquierdo	Lado Derecho
1	Km. 74 + 175	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
2	Km. 74 +225 al 74+275	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta
3	Km. 74 + 325	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
4	Km. 74+ 400 al 74 + 425	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
5	Km. 74 + 475	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta
6	Km. 74+500 al 74+525	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
7	Km. 74+550	Nulo	Acumulación de material	No existe Cuneta
8	Km. 74+675 al 74+700	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
9	Km. 74+775 al 74+800	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
10	Km. 74+900	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
11	Km. 74+950	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
12	Km. 74+975	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta
13	Km. 75 +025	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
14	Km. 75+100	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta
15	Km. 75+175	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
16	Km. 75+325 al 75 +400	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
17	Km.75 + 425	Nulo	Terraplen	No existe cuneta
18	Km. 75+ 475	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
19	Km. 75 + 875	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica
20	Km. 75+ 950 al 75 + 975	Nulo	Acumulación de material	Cuneta típica

Cuadro N° 2.15: Puntos críticos de drenaje longitudinal Tramo Km. 72+700 al Km.77+700⁴⁰.

⁴⁰ Elaboración propia.

Nº	UBICACION	BOMBEO	DRENAJE LONGITUDINAL	
			Lado Izquierdo	Lado Derecho
1	Km. 81+800 al 81 + 900	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta
2	Km. 82 + 575 al 82+600	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta
3	Km. 82 +725	Nulo	Terraplén	No existe Cuneta

Cuadro N° 2.16: Puntos críticos de drenaje longitudinal Tramo Km. 79+000 al Km.84+000⁴¹.

- **Drenaje transversal.** Comprende pequeñas obras de paso en este caso del cruce de alcantarillas, durante todo el proceso de evaluación no se observó la presencia de ninguna en toda el área de estudio, sin embargo existen numerosos cruces de agua de regadío compuestos por tubos de PVC de diámetro promedio de 25 cm.

2.4.3 Sectores de evaluación

Finalmente teniendo en cuenta lo determinado en el acápite 2.4.2, la evaluación se realizó en 10 Km dentro de las zonas Z3 y Z5 con la finalidad de tener una idea general del comportamiento bajo diferentes condiciones estructurales y condiciones de drenaje deficientes, de los pavimentos básicos y las dos alternativas de recubrimiento. Asimismo los datos pueden servir como parámetro para cuantificar la calidad del servicio que otorga el pavimento básico a los usuarios, bajo condiciones específicas de clima y tráfico y las propias limitaciones constructivas que tienen este tipo de pavimentos. Es necesario recalcar que la comparación de desempeños de los tratamientos superficiales se realizará en los sectores homogéneos del cuadro 2.14.

La selección final del tramo de estudio fue fundamentada en la inspección de la vía, teniendo especial cuidado en conseguir un buen acondicionamiento de la explanación, buena geometría, sin grandes oscilaciones de cota que dificulten el proceso constructivo, taludes verticales con desprendimiento de materiales u otros, que ocasionen problemas ajenos al propio comportamiento de los pavimentos básicos; teniendo en cuenta todo ello se optó por la elección de las

⁴¹ Elaboración propia

secciones de evaluación desde el **Km. 73+100 al 84+000**, debido a que la geometría vial del tramo comprendido entre el Km. 68+875 al Km 73+100 presenta anchos muy reducidos y curvas muy cerradas, mientras que en el sector comprendido entre el Km 84+000 al 85+ 600, la gravilla utilizada para el tratamiento superficial Monocapa procede de una cantera diferente a la utilizada en el resto del tramo.

El tramo de estudio seleccionado es el siguiente:

- Pavimento Básico + Tratamiento superficial Slurry Seal:
Km. 73+100 al Km. 78+600
- Pavimento Básico + Tratamiento superficial Monocapa: Km.
79+000 al Km. 84+000

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO EN LA ZONA DE ESTUDIO

2.5.1 Estado de la vía en la zona de estudio antes de la colocación del Pavimento Básico

Antes de los trabajos de mejoramiento, básicamente era una vía afirmada con un ancho promedio variable entre 3.50 a 5.00 m. presentaba un nivel de deterioro severo de las superficies debido a la acción del tráfico y las condiciones ambientales, estos problemas se evidenciaban en huecos y encalaminados, que dificultaban el normal tránsito de los vehículos.

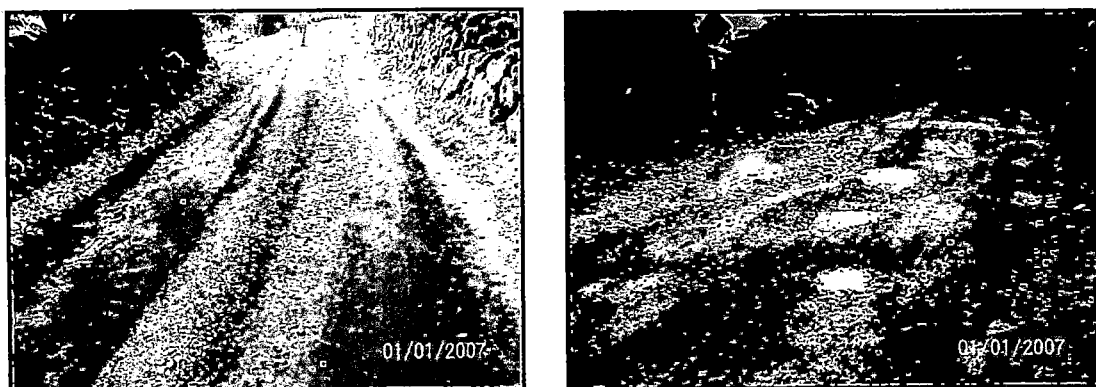


Figura 2.7: Deterioros en el tramo Zúñiga - Dv. Yauyos⁴².

⁴² CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. «Inventario Vial Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zúñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca.» Estudio Definitivo, Lima, 2008.

2.5.2 Suelo de fundación y capacidad de soporte

El suelo de fundación, a una profundidad de hasta los 1.50 m, clasifica en el sistema SUCS como SC-SM y en el sistema AASHTO desde el A-1-b (0) hasta A-2-4(0). Los agregados gruesos de este material arenoso son de forma subangular mientras que la matriz tiene plasticidad comprendida entre escasa a moderada como máximo I.P.=6%.

El CBR del material descrito anteriormente, al 95 % de su máxima densidad seca y a una penetración de 1", varía desde 19% a 22%, los Cuadros 2.17 y 2.18 presentan los resultados de las calicatas ejecutadas en las secciones a una profundidad máxima de 1.5 m.

Calicata	Profundidad (m)	Km	Análisis Granulométrico			Límites de Atterberg		
			SUCS	AASHTO	% W	L.L.	L.P.	I.P.
C-17	0.00 - 1.50	73+700	SC-SM	A-1b	2.1	25	19	6
C-18	0.00 - 1.50	74+600	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6
C-19	0.00 - 1.50	75+700	SC-SM	A-1b	2.1	24	19	5
C-20	0.00 - 1.50	76+700	SC-SM	A-1b	3.3	23	18	5
C-21	0.00 - 1.50	77+800	SC-SM	A-1b	3.3	24	19	5
C-23	0.00 - 1.00	79+800	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6
C-24	0.00 - 1.00	80+700	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6
C-25	0.00 - 1.50	81+600	SC-SM	A-1b	3.4	24	20	4
C-26	0.00 - 1.50	82+700	SC-SM	A-1b	3.4	24	18	6
C-27	0.00 - 1.50	83+600	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	25	19	6

Cuadro 2.17: Clasificación de material de subrasante en el sector en estudio, y sus características físicas.⁴³

⁴³ CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.

Calicata	Profundidad (m)	Km	CBR		Proctor Modificado		% Finos
			95%	100%	Densidad Máxima	Humedad Óptima	< N° 200
C-17	0.00 - 1.50	73+700	-	-	-	-	19
C-18	0.00 - 1.50	74+600	-	-	-	-	15.3
C-19	0.00 - 1.50	75+700	21.4	41.8	2.093	7.4	17.4
C-20	0.00 - 1.50	76+700	-	-	-	-	16.4
C-21	0.00 - 1.50	77+800	19.4	42.7	2.121	7	17.3
C-23	0.00 - 1.00	79+800	-	-	-	-	18.3
C-24	0.00 - 1.00	80+700	-	-	-	-	15.3
C-25	0.00 - 1.50	81+600	19.2	42.9	2.117	7.4	16.7
C-26	0.00 - 1.50	82+700	-	-	-	-	16
C-27	0.00 - 1.50	83+600	-	-	-	-	18.3

Cuadro 2.18: Capacidad de soporte del material de subrasante en el sector de estudio⁴⁴

2.5.3 Estructura del pavimento

Los espesores de la estructura del pavimento fueron definidos por la empresa ejecutora del proyecto según la metodología del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE), TM-5-822-5.

Los parámetros de diseño que se consideraron se muestran en el cuadro 2.19.

Tráfico	
Clase	E (Numero de vehículos por día entre 210-2100)
Grupo	Grupo I (vehículos ligeros) = 40% Grupo II (camiones de dos ejes) = 23 % Grupo III(camiones de tres o más ejes) = 38%
Categoría	IV A
Índice de diseño	5
CBR de diseño (%)	20

Cuadro 2.19: Parámetros de Diseño Tramo Zúñiga –Dv. Yauyos-Método USACE⁴⁵

⁴⁴ CGC, Consorcio Gestion de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zúñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.

⁴⁵ Elaboración propia.

El procedimiento detallado de diseño se presenta en la memoria de cálculo (Anexo 10).

Finalmente con el índice de diseño y el CBR se obtiene el espesor de afirmado, según el ábaco de la Figura 2.7, el espesor de pavimento mínimo es 5.5" (13.7 cm), se buscó reducir este espesor estabilizando el material granular, de acuerdo al método USACE el factor de equivalencia usado para suelos estabilizados con emulsión es igual a 1.15, por lo tanto la estructura final consta de un afirmado de 8 cm y un afirmado estabilizado de 5 cm y un recubrimiento superficial de 1 cm. tal como se muestra en la Figuras 2.8 y 2.9.

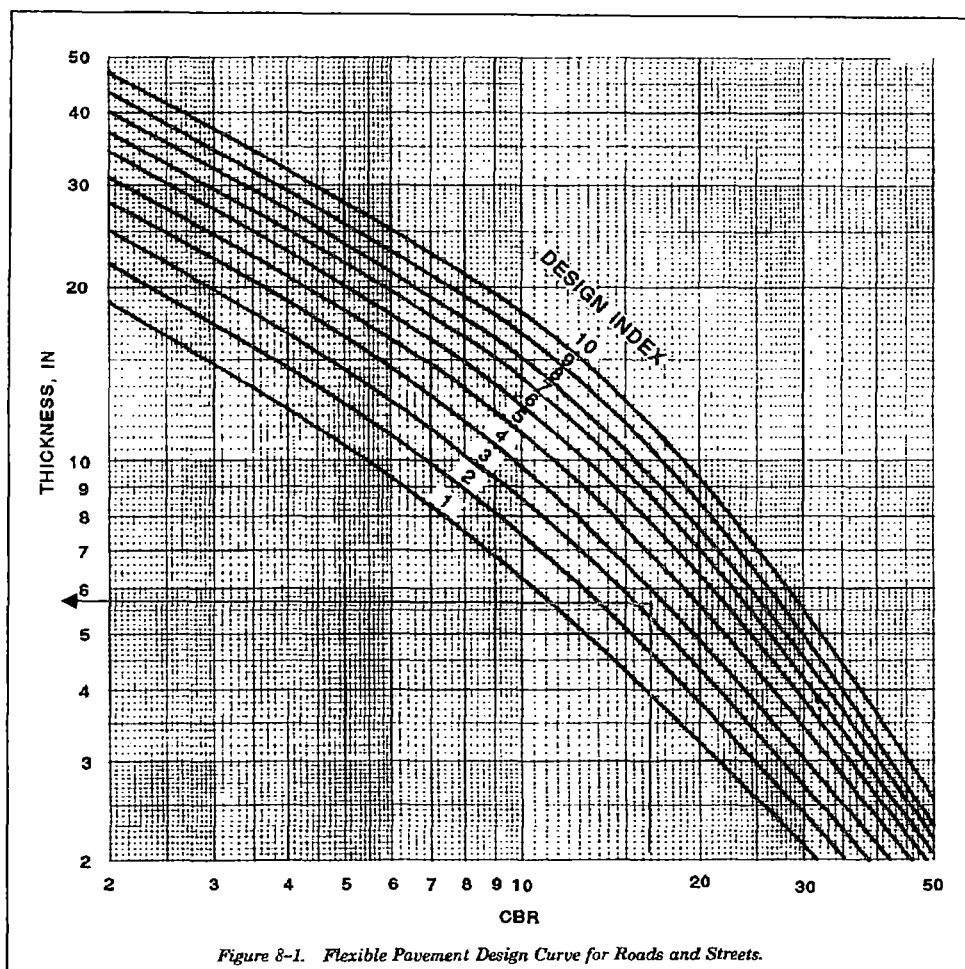


Figura 2.8: Abaco para diseño de espesor mínimo de pavimento⁴⁶.

⁴⁶ Force, Departments of the Army and the Air. «Pavement design for Roads, Streets, Walks, and Open storage areas TM 5-822-5.» Manual, 1992.

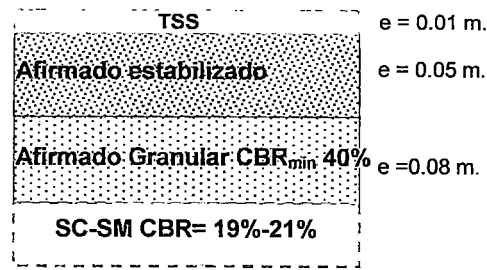


Figura 2.9: Estructura del pavimento con tratamiento superficial simple⁴⁷.

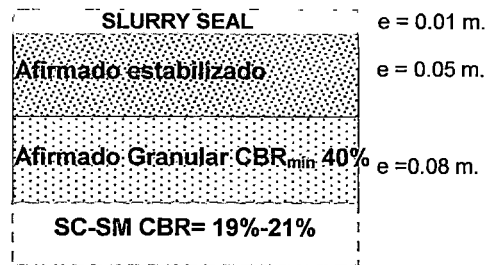


Figura 2.10: Estructura del pavimento con Slurry seal⁴⁷.

- **Verificación Empírica-Mecanicista del Diseño**

Con la finalidad de verificar el diseño de las soluciones se utilizó el método racional con base en el programa EVERSTRESS, desarrollado por la WSDOT evaluando los requerimientos de diseño por compresión en la subrasante.

La determinación de los módulos de las capa granular existente que conforma la estructura de pavimento se llevó a cabo siguiendo la metodología Shell, en la cual el módulo de la capa i depende de su espesor y del módulo de la capa $i - 1$ es decir, de la subrasante.

$$E_i = 0.206 \cdot (H_i)^{0.45} \cdot E_{i-1}$$

Donde:

E_i = Módulo de la capa analizada (Kg. /cm²)

H_i = Espesor de la capa analizada (mm)

E_{i-1} = Módulo de la capa inferior a la capa analizada (Kg. /cm²).

⁴⁷ Elaboración propia.

Los módulos de las capas de la subrasante de diseño y afirmado estabilizado se tomaron del trabajo de investigación de evaluación estructural de la vía en octubre del 2009⁴⁸.

La estructura considerada para el diseño por el método racional es la siguiente:

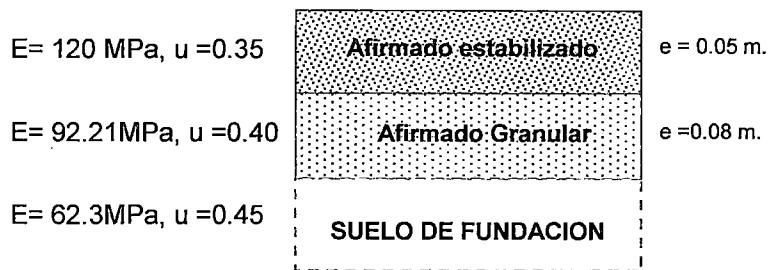


Figura 2.11: Esquema de los datos de diseño⁴⁹.

Una vez determinados los factores que solicitan a los distintos materiales por acción de la carga de referencia es necesario verificar que esos esfuerzos y deformaciones no superen las tensiones o deformaciones admisibles en función del número de repeticiones del eje de referencia previstas para la vida útil de diseño de acuerdo con las leyes de fatiga de los diferentes materiales que constituyen el pavimento.

Para estos materiales el esfuerzo vertical de compresión admisible sobre la subrasante, se calcula mediante la expresión de Kerhoven y Dormon.

$$\sigma_z(\text{MPa}) = \frac{0.007 * E_s}{1 + 0.7 \log N}$$

σ_z = Esfuerzo de compresión admisible sobre la subrasante

E_s = Módulo de la subrasante (MPa)

N = Transito de diseño esperado en términos de eje equivalente para la vida útil del pavimento

⁴⁸ Samaniego, Jose Luis. *Evaluación estructural de la Carretera Cañete-Yauyos-Chupaca-Viga Benkelman Km 74+000 al Km 79+000*. Informe de Suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.

⁴⁹ Elaboración propia.

Los Datos de entrada para el diseño racional fueron:

Radio de carga: 10.78 cm.

Presión de contacto: 549 kPa (80 psi).

Distancia entre llantas: 32.4 cm.

Espesores de capas (cm)

Módulo elástico de cada capa. (MPa)

Relación de Poisson de cada capa.

Se consideran ligadas las interfases entre capas.

Carga de referencia: 8.2 Ton (80 KN).

Los formatos de salida del programa elástico multicapa Everstress se muestran en el Anexo 9.0

RESULTADOS VERIFICACION ELASTICA MÉTODO EMPÍRICO RACIONAL		
Parámetro calculado	σ_z Subrasante	140.76 KPa
Parámetro Admisible	σ_z Subrasante	80.59 KPa

Cuadro 2.20: Resultados de verificación empírico-mecanicista del diseño de pavimento básico⁵⁰.

De los análisis realizados se puede concluir que la estructura, no cumple con los requerimientos de diseño por compresión en la subrasante por lo tanto el pavimento básico estará sujeto a fallar por fatiga de la subrasante traduciéndose esto en presencia de ahuellamientos.

a) Material de afirmado

El material de afirmado que se utilizó para la reconformación de la plataforma y colocación de los 13 cm adicionales de capa granular, corresponde a agregados provenientes de las canteras que se ubicaron en el Km 65+000 y Km 95+000. Es un material gravoso y clasifica en el sistema SUCS como GW-GM y GP-GM, mientras que en el sistema AASHTO es A-1-a (0). El tamaño nominal máximo es de 1 ½ ", se trata de un material limpio, (% pasa Malla N°200=7%). Su equivalente arena es variable entre 54% y 55%. El CBR se encuentra entre 96 % y 99%, al 100 % de su MDS.

⁵⁰ Elaboración propia.

b) Afirmado estabilizado

La estabilización del afirmado se realizó con emulsión asfáltica de rotura lenta CSS-1h. La cantidad de emulsión asfáltica utilizada para la estabilización fue del 2% de asfalto residual. Las características teóricas del afirmado estabilizado son las que se presentan en el cuadro 2.21 y 2.22.

CANTIDAD DE EMULSION ASFALTICA	CBR al 100% de MDS
Con 2 % de asfalto residual, no saturado, penetrado a 6 días	97 %
Con 3 % de asfalto residual, no saturado, penetrado a 6 días	106 %

Cuadro 2.21: Estabilización con agregados de la cantera Km 65+000⁵¹.

	2 % Asfalto Residual		3 % Asfalto Residual	
	M1	M2	M1	M2
ESTABILIDAD (Kg).	1 125	1 495	1201	1005
FLUJO (0,01 pulg.)	13	12	8	9

Cuadro 2.22: Estabilidad Marshall de testigos ensayados luego de un periodo de 7 días de curado a medio ambiente⁵¹.

c) Revestimiento bituminoso

El revestimiento del afirmado estabilizado está compuesto por dos tipos de tratamientos superficiales: Tratamiento superficial Monocapa y Slurry seal.

- Tratamiento superficial Monocapa**

El tratamiento superficial Monocapa tiene una granulometría correspondiente a la gradación C de acuerdo a la Tabla N° 405.01 de las Especificaciones Técnicas Generales para la construcción de carreteras, EG 2000, el material bituminoso utilizado como ligante fue el asfalto diluido RC-250. La dosificación del tratamiento se presenta en el cuadro 2.23.

Dosificación del Tratamiento Superficial Monocapa	
RC-250	0.31 gal/m ²
Agregado 3/8"	0.015m ³ /m ²

Cuadro 2.23: Dosificación del Tratamiento Superficial Monocapa⁵¹.

⁵¹ CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cafiete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.

- **Slurry Seal**

El mortero asfáltico Slurry seal es un mortero Tipo II, fue diseñado con una emulsión asfáltica lenta Súper Estable (C.S.E-1h) y se colocó sobre el afirmado estabilizado en un espesor de 1 cm.

Las características del Slurry Seal se aprecian en los cuadros 2.24 y 2.25.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SLURRY SEAL		
Emulsión Asfáltica Catiónica		
Rotura	Lenta Súper Estable (C.S.E -1h)	
PEN Base	60/70	
Características Mortero Asfáltico		
P.U.S.S	1703 Kg/m ³	
RIEDEL WEBER	6°	
EQUIV. ARENA	60 %	
Ensayos realizados al Mortero Asfáltico		
Prueba	Resultados	Especificaciones
ABRASION	699,7 gr/m ²	807 gr/m ² (máx.)
EXUDACION	310,0 gr/m ²	538 gr/m ² (máx.)
Ensayos realizados a la mezcla		
TIEMPO DE MEZCLADO	>180 seg	120 seg (mín.)
Ensayos de Compatibilidad		
WET STRIPPING	99 %	Mín. 90%

Cuadro 2.24: Características técnicas del Slurry seal⁵².

Dosificación del Mortero Asfáltico Slurry Seal	
% Respecto al m³ de Agregado Seco	
Emulsión CSE-1h	67.6 gal/m ³
Agua de recubrimiento	63.0 gal/m ³
Filler (Portland I)	8.5 Kg/m ³

Cuadro 2.25: Dosificación del Mortero Asfáltico Slurry seal⁵².

⁵² CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

3.1 GENERALIDADES

La caracterización de los materiales constituyentes de los tratamientos superficiales, es una tarea importante debido a que de las propiedades de esos materiales dependerá significativamente el desempeño que tendrán ya puestas en obra.

En el caso de los tratamientos superficiales analizados, se realizó la verificación del cumplimiento de las especificaciones establecidas según las EG-2000, las normas ASTM y/o AASHTO según el requerimiento de cada tipo de tratamiento. La información contrastada proviene de los ensayos de control de calidad realizados por la empresa ejecutora del proyecto y los muestreos de verificación que realizó la Universidad Nacional de Ingeniería mediante la Oficina de Proyectos y Obras de la Facultad de Ingeniería Civil.

3.2 ENSAYOS PARA SLURRY SEAL

Los ensayos para caracterizar al mortero asfáltico construido, se dividieron en dos grupos, en primer lugar se encuentran los ensayos de calidad de los agregados y un segundo grupo corresponde a los ensayos de calidad del ligante asfáltico.

3.2.1 Ensayos a los agregados

El agregado es uno de los componentes más importantes del slurry seal, está expuesto a la acción abrasiva del tránsito. Si no es lo suficientemente resistente entonces se desgastará de manera muy rápida y causará que el pavimento se deteriore más rápidamente, con la consecuente pérdida de resistencia a la fricción cuando el pavimento está mojado; por lo tanto es necesario que sus características físico mecánicas sean conocidas.

a) Granulometría

El ensayo de granulometría se realiza para determinar la distribución de tamaños de las partículas por medio del tamizado. La distribución granulométrica de los agregados es una de las principales características que influye efectivamente en el comportamiento de los revestimientos asfálticos. La distribución granulométrica influye casi todas las propiedades importantes como, durabilidad, permeabilidad, trabajabilidad, resistencia al daño inducido por la humedad, etc. En el caso del mortero asfáltico los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución de tamaños con las especificaciones de las distintas aplicaciones de slurry seal. El procedimiento se describe en los métodos AASHTO T 27 o ASTM C 136.

b) Abrasión de Los Ángeles

El proceso de abrasión está presente durante el proceso de ejecución y principalmente durante la acción del tráfico, por lo tanto los agregados deben ser capaces de resistir la rotura, degradación y desintegración. Este ensayo estima la resistencia del agregado grueso a la abrasión y degradación mecánica durante la manipulación, construcción y servicio de los agregados. Se realiza sometiendo al agregado grueso, usualmente mayor de 2.36 mm a impacto y triturado por medio de las esferas de acero. El resultado del ensayo es el porcentaje de pérdida, expresado como, el porcentaje en peso del material grueso degradado durante el ensayo como resultado de la acción mecánica. El método se describe en las normas AASHTO T 96 o ASTM C 131.

c) Equivalente de arena

La limpieza del agregado es muy importante. Si las partículas están llenas de polvo, o cubiertas con arcilla o limo, la emulsión no tendrá una buena adherencia con los agregados.

El ensayo sirve para determinar el contenido de arcilla presente en la fracción de agregado fino (material que pasa el tamiz de 4.75 mm (Nº4)). El material fino se agita en una solución floculante lo que provoca que las partículas de arcilla se separen y se suspendan por encima del material granular. Después de un periodo de reposo que permite la sedimentación, se miden la altura de arcilla

suspendida y la altura de arena sedimentada, el equivalente de arena es el porcentaje del cociente de las lecturas anteriores. El método de ensayo se describe en las normas AASHTO T 176 o ASTM C 2419.

d) Durabilidad al sulfato de sodio

El ensayo de durabilidad calcula la resistencia del agregado al deterioro por la acción de los agentes climáticos, durante la vida útil del tratamiento superficial. La durabilidad es el porcentaje de pérdida del material en una mezcla de agregados que son sometidos al ataque de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, el proceso consiste en sumergir los agregados en la solución y luego secarlos para repetir luego la inmersión, esa es un ciclo que tiene que repetirse 5 veces. Los agregados se van quebrando por la acción de las sales que ejercen fuerzas de expansión internas dentro de los poros del agregado. Al final se calcula el porcentaje de pérdida con respecto a la masa inicial. Las normas de este ensayo son AASHTO T 104 o ASTM C 88.

3.2.2 Especificaciones de calidad para el agregado del Slurry seal

Los agregados utilizados para la fabricación del slurry seal deben cumplir rangos granulométricos establecidos para obtener una mezcla de mortero asfáltico de acuerdo con el tipo de uso que se requiera, Cuadro 3.1. Asimismo deben cumplir con ciertos requisitos mínimos de calidad, descritos en el Cuadro 3.2.

Tipo de sello de lechada asfáltica	I	II	III	Tolerancia en el apilamiento
9.5 mm	-	100	100	+/- 5 %
4.75 mm	100	90 - 100	70 - 90	+/- 5 %
2.36 mm	90 - 100	65 - 90	45 - 70	+/- 5 %
1.18 mm	65 - 90	45 - 70	28 - 50	+/- 5 %
600 µm	40 - 65	30 - 50	19 - 34	+/- 5 %
300 µm	25 - 42	18 - 30	12 - 25	+/- 4 %
150 µm	15 - 30	10 - 21	7 - 18	+/- 3 %
75 µm	10 - 20	5 - 15	5 - 15	+/- 2 %
USO	Rellenos de grietas y sellos finos	Sellos en general y superficies con textura media	Superficie de mayor textura	

Cuadro 3.1: Especificaciones granulométricas para agregados finos utilizados en la construcción de Slurry seal⁵³.

Asimismo en el cuadro 3.2 se resumen las especificaciones de calidad para los agregados utilizados en la fabricación del slurry seal.

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN
Granulometría AASHTO T 27 y T 11	Cuadro 3.1
Abrasión Los Ángeles AASHTO T 96	35 % máx.
Equivalente de arena AASHTO T 176	45 % mín.
Durabilidad por acción de los sulfatos, AASHTO T 104	15 % máx. (Sodio) 25 % máx. (Magnesio)

Cuadro 3.2: Especificaciones de calidad para agregados finos utilizados en la construcción de Slurry seal⁵³.

⁵³ Asfalto, I. d. *Manual Básico de Emulsiones Asfálticas MS-19*. AEMA.

3.2.3 Ensayo a la emulsión asfáltica

a) Viscosidad Saybolt Furol

La viscosidad es la resistencia al flujo de los fluidos y es una propiedad que afecta la trabajabilidad de la emulsión. La viscosidad se mide con el viscosímetro de Saybolt Furol, el resultado de ensayo se reporta en segundos. Además el ensayo se realiza a dos temperaturas: 25 °C y 50 °C. El método estándar está descrito en AASHTO T 59 o ASTM D 244 "Métodos de ensayo estándares para emulsiones asfálticas".

b) Estabilidad al almacenamiento

El ensayo indica la habilidad de la emulsión para mantenerse como una dispersión uniforme durante el almacenaje. Se detecta la tendencia de los glóbulos a asentarse en un periodo de tiempo de 24 horas. Se coloca un volumen establecido de emulsión en una probeta y se deja reposar, luego se toman muestras de la parte superior e inferior de la probeta. Se calcula el porcentaje de la diferencia del residuo de la parte superior e inferior. También se puede realizar el ensayo para un periodo de tiempo de 5 días. El ensayo se describe en el método AASHTO T 59 o ASTM D 244.

c) Ensayo del tamiz

Este ensayo también es una medida de calidad y estabilidad de la emulsión. Una muestra de emulsión se hace pasar a través de un tamiz de 850 µm (Nº 20) y se mide la cantidad de partículas de asfalto u otros materiales retenidos. Por ejemplo, una cantidad excesiva de partículas puede indicar problemas en el manejo y aplicación de la emulsión.

d) Destilación del residuo y aceite

La destilación se utiliza para separar el agua del asfalto. Si el asfalto contiene aceite, este se separará junto con el agua. Se pueden medir las proporciones relativas de ligante asfáltico, agua y aceite. Como el asfalto se recupera se le pueden hacer ensayos adicionales al residuo para determinar las propiedades físicas.

La destilación se realiza aumentando la temperatura hasta llegar a 260 °C la cual debe mantenerse durante 15 minutos, es importante mencionar que la emulsión casi nunca se trabaja a esta temperatura por lo que es recomendable cambiar la temperatura y el tiempo del ensayo, pues se puede envejecer alterando las propiedades físicas del residuo de asfalto.

e) Ensayos al residuo de asfalto

Al residuo de asfalto se le realizan varias pruebas como la medición de la penetración AASHTO T 49 o ASTM D 5, que es una medida de la dureza del residuo de asfalto a 25 °C, en la muestra del residuo se introduce una aguja con un peso estándar de 100 g durante 5 segundos. La penetración es la distancia que la aguja penetró en la muestra.

El ensayo de ductilidad AASHTO T 51 o ASTM D 113, mide la capacidad del asfalto para ser estirado hasta un hilo muy delgado. Se moldea una probeta y en un baño se lleva a la temperatura de ensayo, luego se estira a una velocidad constante, la elongación a la cual se corta el hilo es la ductilidad.

La solubilidad en tricloroetileno AASHTO T 49 o ASTM D 2042, es un ensayo que mide la porción bituminosa del residuo de asfalto. La parte soluble es la porción de ligante asfáltico mientras que la parte insoluble representa los contaminantes inorgánicos. El ensayo consiste en disolver el residuo, y las partes soluble e insoluble se separan por medio de filtración.

3.2.4 Especificaciones de calidad para la emulsión asfáltica

La Emulsión asfáltica catiónica debe cumplir con lo establecido en la norma AASHTO M 208 o ASTM D 2397. Los aspectos más importantes, de estos documentos se muestran en el Cuadro 3.3.

TIPO DE ENSAYO	CSS - 1		CSS – 1h		CQS – 1h	
	mín.	Máx.	mín.	Máx.	mín.	Máx.
En la emulsión						
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C	20	100	20	100	20	100
Porcentaje de estabilidad de almacenamiento en 24 h (%)		1		1		NA
Ensayo de la carga de la partícula	positiva		positiva		positiva	
Porcentaje de mezclado del cemento asfáltico (%)		2.0		2.0		NA
Porcentaje retenido en el tamiz (%)		0.10		0.10		0.10
Destilación						
Porcentaje de residuo (%)	57		57		57	
En el residuo de la destilación						
Penetración a 25 °C	100	250	40	90	40	90
Ductilidad a 25 °C	40		40		40	
Porcentaje de solubilidad en tricloroetileno (%)	97.5		97.5		97.5	

NA: No aplica

Cuadro 3.3: Especificaciones de calidad para la emulsión asfáltica⁵⁴.

3.3 ENSAYOS PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

Debido a la naturaleza de la construcción del tratamiento superficial monocapa, es especialmente importante la adherencia eficiente entre la superficie que recibirá el tratamiento y el agregado de la capa sellante. Por lo tanto la caracterización de los componentes del tratamiento superficial monocapa se dividió en dos grupos, en primer lugar se encuentran los ensayos de calidad a los agregados y un segundo grupo corresponde a los ensayos de calidad del ligante asfáltico.

3.3.1 Ensayos a los agregados

Para obtener todas las cualidades que brinda un tratamiento superficial monocapa es necesaria que las propiedades geométricas, físico-químicas y mecánicas del agregado cumplan las condiciones mínimas exigidas.

⁵⁴ MTC. *Especificaciones Generales para la construcción de Carreteras EG-2000*. Recuperado el Octubre de 2009, de http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/EG-2000/index.htm

a) Granulometría

El objetivo y procedimiento para determinar la distribución de tamaños de los agregados, son los mismos ya descritos para el agregado del mortero asfáltico slurry seal. Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución de tamaños con las especificaciones de las distintas aplicaciones que tienen los agregados. El procedimiento ensayo se describe en los métodos AASHTO T 27 o ASTM C 136.

b) Durabilidad al sulfato de sodio

Los agregados del tratamiento superficial Monocapa pueden sufrir procesos de desintegración química cuando son expuestos a las condiciones ambientales en el pavimento. La característica de resistencia a la desintegración química es cuantificada a través del ensayo de durabilidad, que consiste en atacar el agregado con solución saturada de sulfato de sodio o magnesio.

El proceso es similar al descrito para el agregado del mortero asfáltico slurry seal. Las normas de ensayo son AASHTO T 104 o ASTM C 88.

c) Abrasión de Los Ángeles

El agregado constituyente del tratamiento superficial debe tener capacidad de resistir a la abrasión y degradación mecánica durante la manipulación, construcción y servicio de los agregados. El proceso es similar al descrito para el agregado del mortero asfáltico slurry seal. El resultado del ensayo es el porcentaje de pérdida, expresado como, el porcentaje en peso del material grueso degradado durante el ensayo como resultado de la acción mecánica. El método se describe en las normas AASHTO T 96 o ASTM C 131.

d) Adherencia agregado bitumen

El concepto de adherencia en el diseño de mezclas asfálticas está relacionado a la afinidad del agregado por el asfalto, es la tendencia del agregado a aceptar y retener una capa de asfalto.

El método se describe en las normas AASHTO T 182 – 84. Este método describe los procedimientos de revestimiento e inmersión estática para determinar la capacidad de retención de una película bituminosa sobre una superficie de agregado en presencia del agua.

e) Partículas chatas y alargadas

La forma ideal del agregado es que sea cúbico, evitar las partículas chatas y alargadas pues se alinean en su lado plano y no quedan totalmente recubiertas por la emulsión y quedan sueltas. Además las partículas alargadas tienden a quebrarse durante la acción del tránsito. El agregado redondeado, como agregado de río sin quebrar tenderá a rodar y desplazarse con el tránsito.

El ensayo se aplica a partículas de tamaños mayores de 4.75 mm (Nº 4). Las partículas individuales se miden para determinar la relación entre la dimensión máxima y la mínima y esta relación no debe ser mayor de 5. El método de ensayo que describe el procedimiento es ASTM D 4791, el resultado se expresa como el porcentaje por peso del agregado cuya relación es mayor de 5.

f) Caras fracturadas

El ensayo se utiliza para determinar el porcentaje en peso de agregado de más de 4.75 mm con una o más caras fracturadas, que para tratamientos superficiales es de gran importancia pues entre más caras fracturadas tenga el agregado mayor será la estabilidad de los tratamientos y además proveen una mayor resistencia a la fricción y textura al pavimento.

Se considera una cara fracturada si la superficie proyectada de la cara fracturada es mayor al 25% del área del contorno proyectado de la partícula. Así se asegura de descartar partículas redondeadas con pequeñas muescas como partículas quebradas. El procedimiento de ensayo está descrito en la norma ASTM D 5821.

g) Contenido de sales solubles totales en los agregados

Establece el procedimiento analítico para determinar el contenido de cloruros y sales solubles en agua de los agregados pétreos empleados en mezclas bituminosas.

Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a ebullición, hasta la total de sales. La presencia de éstas, se detecta mediante reactivos químicos, los cuales, al menor indicio de sales forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado, se toma una parte alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes.

3.3.2 Especificaciones de calidad para el agregado del tratamiento superficial monocapa

Los agregados para la ejecución del tratamiento superficial simple deben cumplir con las Especificaciones General (EG-2000) propuestas por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC), Cuadro 3.5.

La granulometría de los agregados debe ajustarse a una de las franjas granulométricas que se indican en el Cuadro 3.4.

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de material			
	A	B	C	D
25,0 mm. (1")	100	-	-	-
19,0 mm. (3/4")	90 - 100	100	-	-
12,5 mm. (1/2")	10 - 45	90 - 100	100	-
9,5 mm. (3/8")	0 - 15	20 - 55	90 - 100	100
6,3 mm. (1/4")	-	0 - 15	10 - 40	90 - 100
4,75 mm. (N° 4)	0 - 5	-	0 - 15	20 - 55
2,36 mm. (N° 8)	-	0 - 5	0 - 5	0 - 15
1,18 mm. (N° 16)	-	-	-	0 - 5

Cuadro 3.4: Rango de gradación para los tratamientos superficiales⁵⁵.

ENSAYOS	ESPECIFICACIONES
Partículas fracturadas del agregado grueso con una cara fracturada (MTC E 210)	85 % mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60 % mín.
Partículas chatas y alargadas (MTC E 221)	15 % máx.
Abrasión (MTC E 207)	40 % máx.
Perdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12 % máx.
Perdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18 % máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.
Sales solubles totales (MTC E 219)	0.5 % máx.

Cuadro 3.5: Especificaciones mínimas para los tratamientos superficiales⁵⁵.

⁵⁵ MTC. *Especificaciones Generales para la construcción de Carreteras EG-2000*. Recuperado el Octubre de 2009, de http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/EG-2000/index.htm

3.3.3 Ensayos al asfalto diluido

El asfalto diluido utilizado en la construcción del tratamiento superficial Monocapa fue el tipo RC-250, la verificación de cada una de sus características es necesaria para garantizar la adherencia eficiente entre la superficie que recibirá el tratamiento y el agregado de la capa sellante.

a) Ensayo de Viscosidad Cinemática

El ensayo de viscosidad cinemática se utiliza como base para clasificar los asfaltos líquidos RC, MC y SC en grados normalizados (70, 250, 800 y 3000). Los grados normalizados indican la viscosidad cinemática mínima permitida a 60°C (140°F) en centisokes. El procedimiento es similar al descrito para cementos asfálticos. La diferencia está en que se hace a 60°C.

b) Punto de inflamación

El punto de inflamación es la temperatura a la cual puede ser calentado con seguridad un asfalto, sin que se produzca la inflamación instantánea de los valores liberados, en presencia de una llama libre.

El ensayo consiste en llenar un vaso de bronce con un determinado volumen de asfalto, y calentarlo con un aumento de temperatura normalizado. El punto de inflamación es la temperatura a la cual se han desprendido suficientes volátiles como para provocar una inflamación instantánea. En los materiales SC se usa el "vaso abierto de Cleveland"; para los RC y MC, el ensayo es sustancialmente el mismo salvo que se usa calor indirecto por la naturaleza volátil de los diluyentes. Se realiza con el "vaso abierto de Tag", en que el vaso es de vidrio y no de metal y se calienta en un baño de agua y no a llama directa.

En general las temperaturas de uso de los asfaltos diluidos están por encima del punto de inflamación. La temperatura de inflamación de los de curado rápido puede ser tan baja como 27°C. Cuanto más volátil es el solvente del asfalto diluido, más riesgoso es su uso.

c) Destilación

La destilación determina las proporciones relativas en que se encuentran presentes, en el asfalto fluidificado, el bitumen y solvente; para esto se procede a tomar 200 ml de material en un matraz, el cual se conecta a un tubo

condensador, se comienza a calentar y el destilado se recibe en una probeta, dicho equipo de destilación debe estar de acuerdo a norma AASHTO.

Se emplea también para medir la cantidad de material condensado a diversas temperaturas establecidas y ésta es una indicación de las características de volatilidad del solvente. Después que se alcanzan 360°C se considera que todo el material remanente en el frasco de destilación es cemento asfáltico.

Los procedimientos para la realización del ensayo se detallan en los métodos AASHTO T78 y ASTM D402.

d) Ensayos al residuo de asfalto

Al residuo de los asfaltos RC y MC se le realizan varias pruebas como la medición de la penetración, ductilidad, y solubilidad tal como se describen para los residuos de emulsión asfáltica.

En un SC el residuo de la destilación a 360°C se considera representativo de la porción asfáltica. Su consistencia se determina en el ensayo de viscosidad cinemática. El ensayo de solubilidad del SC se realiza al material y no al residuo.

3.3.4 Especificaciones de calidad para el asfalto diluido

Material Bituminoso, el asfalto diluido RC-250 debe cumplir con todas las especificaciones de la siguiente tabla.

Característica	Ensayo	RC - 70		RC - 250		RC - 800	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60 °C, mm ² /s	MTC E 301	70	140	250	500	800	1600
Punto de inflamación (TAG, capa abierta) °C	MTC E 312	-	-	27	-	27	-
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, % Vol.	MTC E 313						
A 190 °C		10	-	-	-	-	-
A 225 °C		50	-	35	-	15	-
A 260 °C		70	-	60	-	45	-
A 316 °C		85	-	80	-	75	-
Residuo de la destilación a 360 °C		55	-	65	-	75	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación							
Ductilidad a 25°C, 5cm/min. , cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-
Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	80	120	80	120	80	120
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		60	240	60	240	60	240
Solubilidad en tricloroetileno, %	MTC E 302	99	-	99	-	99	-

Cuadro 3.6: Requisitos de material bituminoso diluido para curado rápido⁵⁶.

⁵⁶ MTC. *Especificaciones Generales para la construcción de Carreteras EG-2000*. Recuperado el Octubre de 2009, de http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/EG-2000/index.htm

3.4 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

3.4.1 Control de calidad de materiales componentes del mortero asfáltico: Slurry seal

- Granulometría

El material utilizado fue arena pasante la malla 3/8", provenientes de la cantera ubicada en el Km. 115+000 Lado Izquierdo del tramo de estudio, la distribución granulométrica para la fabricación del slurry seal se encuentra dentro del Tipo II del Cuadro 3.1.

La información de los ensayos granulométricos que se muestran en la Figura 3.1, se obtuvieron de los controles de calidad realizados por la empresa ejecutora del proyecto.

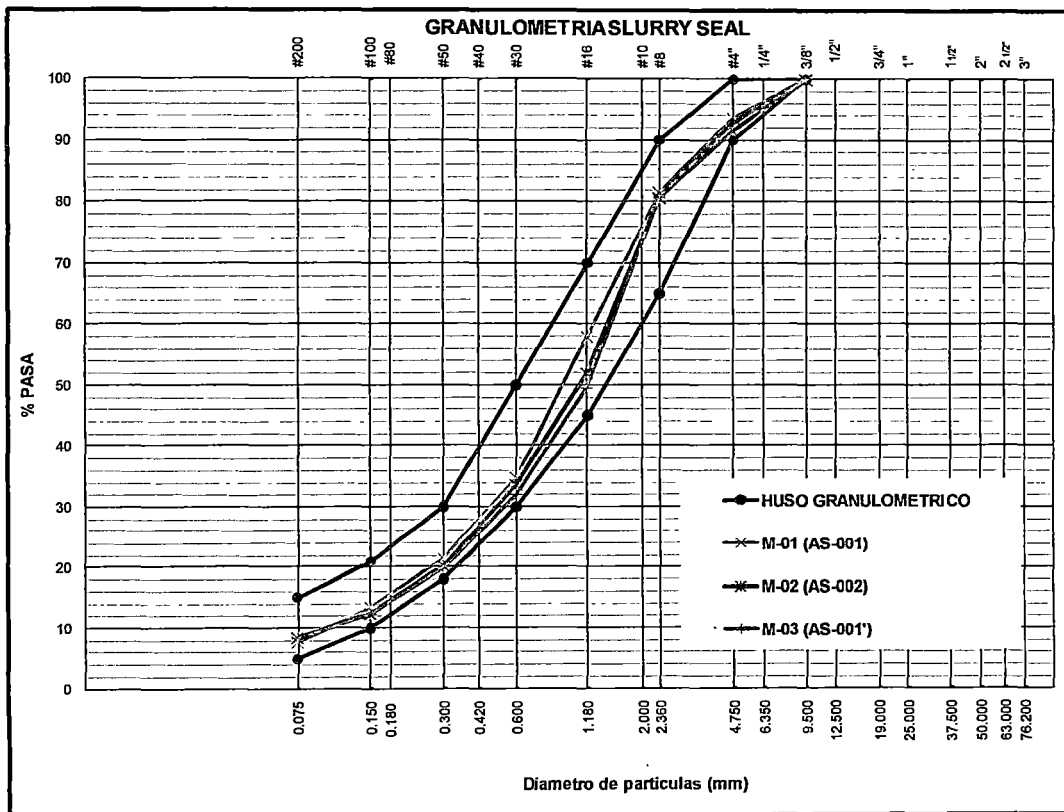


Figura 3.1: Control de calidad de Granulometría del agregado para Mortero asfáltico⁵⁷.

⁵⁷ Elaboración propia a partir de resultados de ensayos de control de calidad CGC - Oficina de Infraestructura de la Facultad de Ingeniería Civil- UNI.

De la Figura 3.1, se observa que las 3 curvas granulométricas analizadas se encuentran dentro de los límites establecidos según la ISSA, para el mortero asfáltico tipo II. Por lo tanto la granulometría del material utilizado en la colocación del mortero asfáltico cumple con las especificaciones de calidad.

- **Ensayos de Calidad al agregado**

Se realizó la verificación de las características de calidad de la arena empleada en la fabricación del slurry seal, tal como se muestra en el cuadro 3.7:

ENSAYO	ESPECIFICACION	Cantera Km. 115+000 M- 03 (AS-001')	Agregado para Slurry
Abrasión Los Ángeles AASHTO T 96	35 % máx.	27.1%	Cumple
Equivalente de arena AASHTO T 176	45 % min.	70 %	Cumple
Durabilidad por acción de los sulfatos, AASHTO T 104	15 % máx. (Sodio)	4.3%	Cumple
Contenido de Sales Solubles	-	0.029 %	Cumple
Ensayo de Adherencia Agregado - Bitumen	-	+95	Cumple
Adhesividad Riedel - Weber	6 min. (EG 2000 sub sección 407.02)	Grado 6 -9	Cumple

Cuadro 3.7: Resultados ensayos de calidad a los agregados utilizados en la fabricación del mortero asfáltico⁵⁸

Tal como se puede apreciar en el cuadro 3.7 la arena cumple con los requisitos mínimos establecidos por la ISSA.

⁵⁸ Elaboración propia a partir de resultados de ensayos de control de calidad CGC - Oficina de Infraestructura de la Facultad de Ingeniería Civil- UNI.

- **Emulsión Asfáltica**

La emulsión asfáltica utilizada en la construcción del slurry seal es la emulsión asfáltica Catiónica de Rotura Lenta Superestable CSE-1H, por lo tanto las especificaciones técnicas que deben ser tomadas en cuenta de la Norma AASHTO M 208 o ASTM D 2397, son las que corresponden al tipo de Emulsión de Rotura Lenta CSS – 1h.

TIPO DE ENSAYO	Especificación		EMULSION BP-CSE- 1H (BITUPER S.A.C)	EMULSION BP-CSE- 1H (BITUPER S.A.C)	EMULSION BP-CSE- 1H (BITUPER S.A.C)	Emulsion para Slurry seal
	mín.	Máx.	G-11790	G-11783	G-11748	
En la emulsión						
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C	20	100	37.5	34.6	31.5	Cumple
Porcentaje de estabilidad de almacenamiento en 24 h (%)		1	0.5	0.6	0.4	Cumple
Ensayo de la carga de la partícula	positiva		positiva	positiva	positiva	Cumple
Porcentaje de mezclado del cemento asfáltico (%)		2.0	-	-	-	
Porcentaje retenido en el tamiz (%)		0.10	0.01	0.01	0.02	Cumple
Destilación Porcentaje de residuo (%)	57		60.3	60.1	60.2	Cumple
En el residuo de la destilación						
Penetración a 25 °C	40	90	57	58	59	Cumple
Ductilidad a 25 °C	40		-	-	-	
Porcentaje de solubilidad en tricloroetileno (%)	97.5		-	-	-	

Cuadro 3.8: Ensayos de calidad a la emulsión asfáltica BP-CSE 1H⁵⁹

⁵⁹ Elaboración propia a partir de resultados de ensayos de control de calidad BITUPER

3.4.2 Control de calidad de materiales componentes del tratamiento superficial monocapa

- Granulometría

La gravilla utilizada para la construcción del tratamiento superficial tiene un tamaño máximo de 3/8" y proviene de la cantera ubicada en el Km. 95+000 lado derecho del tramo de estudio (Cantera Chichicay), La figura 3.2 muestra la variación de las granulometría de los agregados dentro del rango granulométrico especificado, la información utilizada fue la obtenida a partir de los controles de calidad realizados por la empresa ejecutora del proyecto.

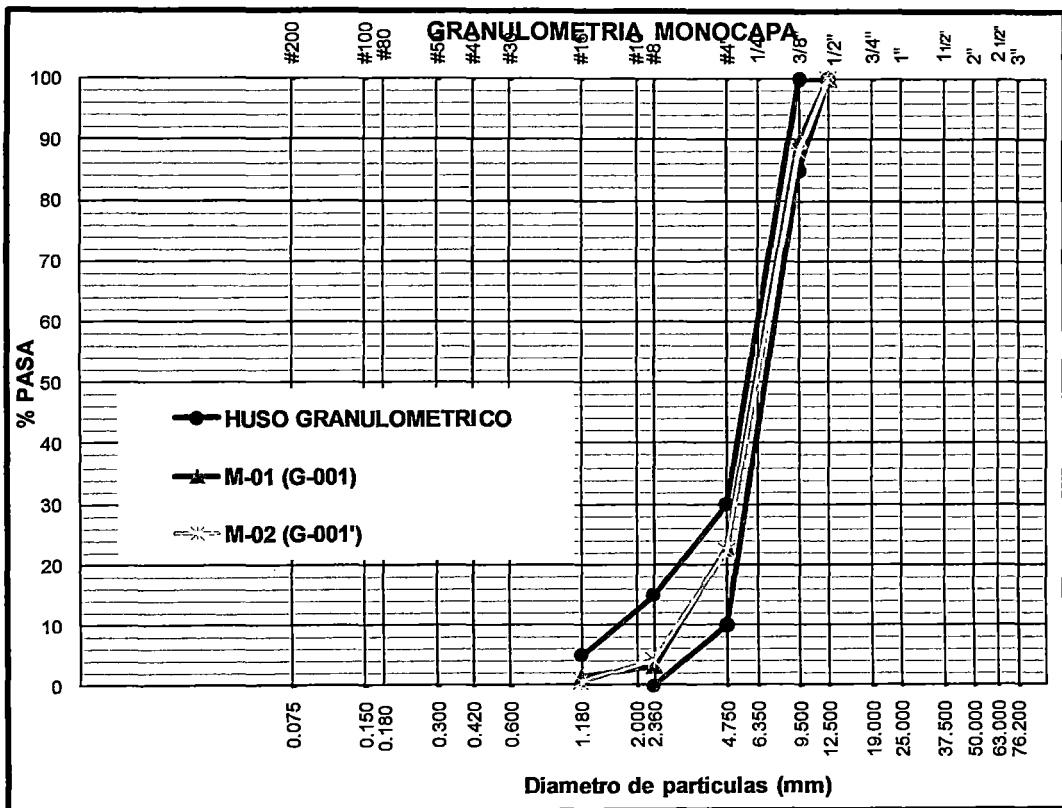


Figura 3.2: Control de calidad análisis granulométrico de la gravilla utilizada para la construcción del tratamiento superficial monocapa⁶⁰.

Se observa que los resultados de granulometría de las muestras analizadas se encuentran dentro de los rangos especificados, por lo tanto el agregado utilizado en la construcción del TSS cumple con los requisitos granulométricos de las EG-2000.

⁶⁰ Elaboración propia a partir de resultados de ensayos de control de calidad CGC - Oficina de Infraestructura de la Facultad de Ingeniería Civil- UNI.

- Ensayos de Calidad del agregado

Asimismo se realizó la verificación de las características mínimas de calidad de gravilla empleada en la construcción del tratamiento superficial Monocapa, tal como se muestra en el cuadro 3.9. La información utilizada fue la obtenida a partir de los controles de calidad realizados por la empresa ejecutora del proyecto y la verificación de los mismos realizados por la Oficina de Proyectos y Obras de la Facultad de Ingeniería Civil.

ENSAYOS	ESPECIFICACIONES	Cantera Chichicay-UNI	Cantera Chichicay M-1 (G-001)	Cantera Chichicay M-2 (G-001')	Obs.
Partículas fracturadas del agregado grueso con una cara fracturada (MTC E 210)	85 % min	90.7%	99.0%	99.0 %	Cumple
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60 % min	70.7%	98.0%	98.0 %	Cumple
Partículas chatas y alargadas (MTC E 221)	15 % máx.	12, 15 %	4.8%	4.9%	Cumple
Abrasión (MTC E 207)	40 % máx.	21.6 %	29.00	31.00	Cumple
Perdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12 % máx.	-	-	2.5 %	Cumple
Perdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18 % máx.	-	-	-	-
Adherencia (MTC E 519)	+95	+95	+95	+95	Cumple
Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.	-	-	-	-
Sales solubles totales (MTC E 219)	0.5 % máx.	-	0.022	0.023	Cumple

Cuadro 3.9: Resultados ensayos de calidad de agregados utilizados en la construcción del tratamiento superficial Monocapa⁶¹.

Se observa que todas las muestras evaluadas cumplen con las especificaciones mínimas de calidad del MTC, por lo tanto la gravilla se encontraba apta para ser utilizada para el tratamiento superficial.

⁶¹ Elaboración propia a partir de resultados de ensayos de control de calidad CGC - Oficina de Infraestructura de la Facultad de Ingeniería Civil- UNI.

- **Asfalto diluido RC – 250**

El asfalto diluido RC - 250 utilizado en la construcción del tratamiento superficial Monocapa fue el producido por Petroperú. Se realizó la contrastación de las especificaciones mínimas de calidad con los certificados de calidad emitidos por Petroperú.

Característica	Ensayo	Especificaciones		RC - 250	RC - 250	Obs.
		RC - 250		Petroperú	Petroperú	
		Mín.	Máx.	M-1 (LAB-0271)	M-2 (LAB-0075)	
Viscosidad Cinemática a 60 °C, mm ² /s	MTC E 301	250	500	423	311	Cumple
Punto de inflamación (TAG, capa abierta) °C	MTC E 312	27	-	36	46	Cumple
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, % Vol. (MTC E 313)						
A 190 °C		-	-			
A 225 °C		35	-	51.0	52.8	Cumple
A 260 °C		60	-	75.5	73.2	Cumple
A 316 °C		80	-	91.8	95.6	Cumple
Residuo de la destilación a 360 °C		65	-	75.5	75.2	Cumple
Pruebas sobre el residuo de la destilación						
Ductilidad a 25°C, 5cm/min. , cm	MTC E 306	100	-	>150	>150	Cumple
Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	80	120	-	-	-
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		600	2400	1481	752	Cumple
Solubilidad en tricloroetileno, %	MTC E 302	99	-	99.6	99.8	Cumple

Cuadro 3.10: Resultados ensayos de calidad asfalto diluido RC -250⁶²

⁶² Elaboración propia a partir de resultados de ensayos de control de calidad PETROPERU.

Se observa que según los certificados de calidad de Petroperú, el asfalto diluido RC - 250 cumple con las especificaciones mínimas requeridas en las EG - 2000, por lo tanto desde el punto de vista técnico éste se encontraba apto para ser utilizado como ligante en el tratamiento superficial.

3.5 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

3.5.1 Colocación del Tratamiento superficial Monocapa

La técnica constructiva utilizada para la colocación del tratamiento superficial Monocapa, fue la penetración invertida, donde se aplica primeramente el asfalto diluido y posteriormente la capa de agregado; para conformar adecuadamente la capa de tratamiento, se realiza la compactación de los agregados con rodillos neumáticos sobre la emulsión de manera que, se produzca el recubrimiento de los agregados por la ascensión del ligante.

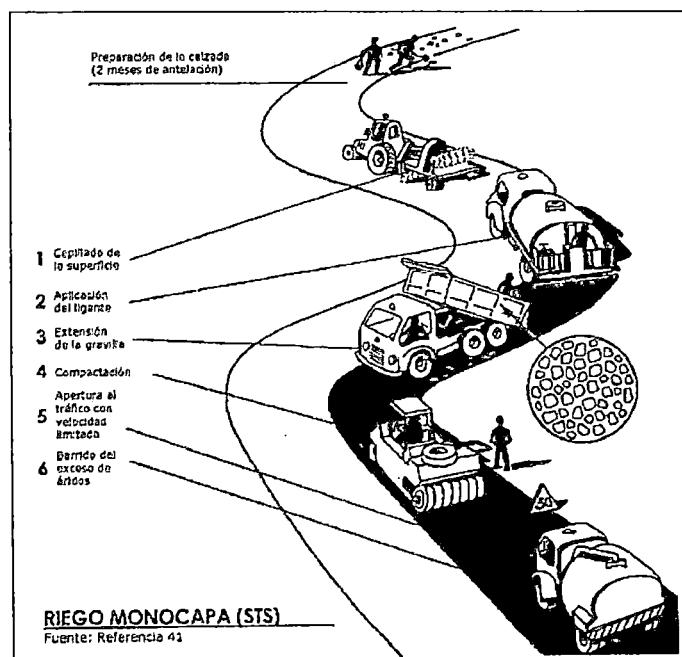


Figura 3.3: Esquema de la colocación de tratamiento superficial Monocapa⁶³.

A continuación se describe detalladamente el procedimiento constructivo:

⁶³ Bañón Blázquez, L., & Beviá García, J. *Manual de Carreteras vol. 2*. España, 2000: [Consulta: Mayo 2009]; <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>.

1. Limpieza de la superficie con soplete y/o barredora mecánica.
2. Aplicación del asfalto diluido RC-250 con camión imprimador.



Foto 3.1: Aplicación del ligante asfáltico⁶⁴

3. Extensión de la gravilla con camión aplicador.

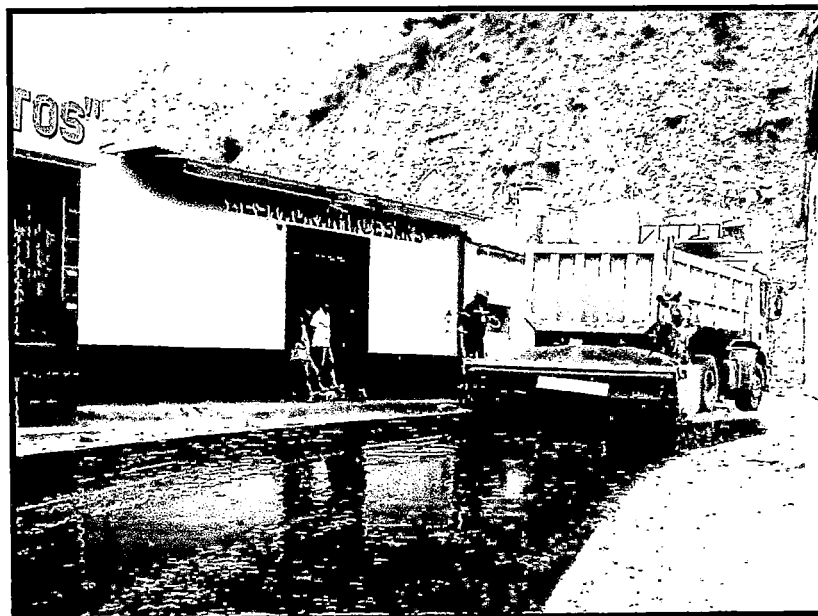


Foto 3.2: Extensión de gravilla⁶⁴

⁶⁴ Fotografías de propiedad de la autora.

4. Compactación con rodillo neumático.

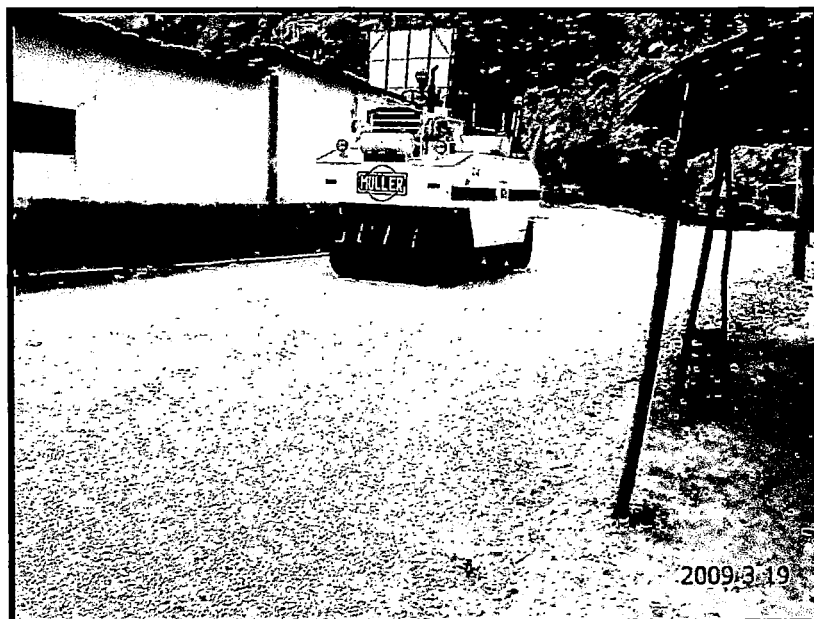


Foto 3.3: Compactación de gravilla y ligante asfáltico con rodillo neumático⁶⁵.

Finalmente el acabado del Tratamiento superficial Monocapa se aprecia en la Foto 3.4, después de transcurridos 15 días se procede a barrer el exceso de gravilla.



Foto 3.4: Tratamiento superficial Monocapa recién colocado⁶⁵.

⁶⁵ Fotografías de propiedad de la autora.



Foto 3.5: Tratamiento superficial Monocapa después de barrido del excedente de gravilla⁶⁶

3.5.2 Colocación del Tratamiento superficial Slurry Seal

El mortero asfáltico slurry seal fue preparado en mezcladoras móviles calibradas para recibir la cantidad precisa de componentes, en la que se realiza la mezcla en unos pocos minutos y se aplica inmediatamente. El esquema de funcionamiento del equipo de preparación del slurry seal se muestra en la figura 3.4.

El equipo consta básicamente de varios depósitos para los diversos componentes de la mezcla y de un mezclador helicoidal de tipo continuo encargado de elaborar el producto; finalmente después del mezclado el mortero asfáltico pasa a una caja esparcidora la que termina en una barra con borde de hule.

⁶⁶ Fotografía de propiedad de la autora.

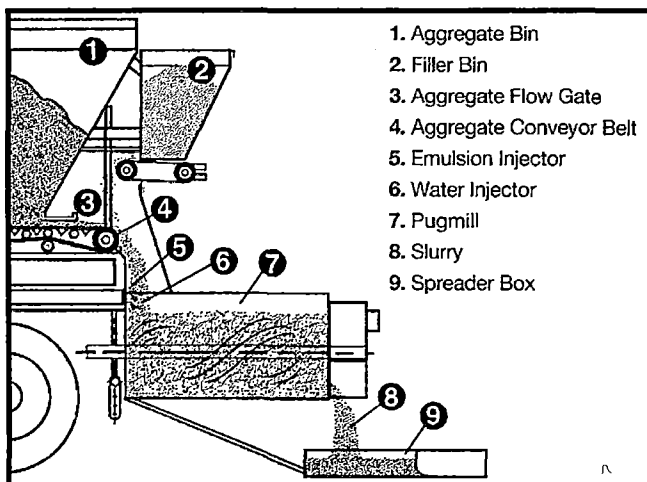


Figura 3.4: Esquema de funcionamiento de camión de preparación del Slurry seal⁶⁷.

A continuación se describe detalladamente el procedimiento constructivo:

1. Limpieza de la superficie con soplete y/o barredora mecánica.



Foto 3.6: Acabado final del afirmado estabilizado previa colocación del mortero asfáltico⁶⁸.

2. Colocación del Slurry seal utilizando la caja distribuidora del camión mezclador, la barra con el borde de hule detrás de la caja distribuye el mortero a través de la superficie para crear una capa uniforme. Cuando el

⁶⁷ Slurry Seal, Inc. <http://www.southwestslurryseal.com/slurryseal.html>

⁶⁸ Fotografías de propiedad de la autora.

mortero se encuentra húmedo, tiene una apariencia marrón, y negro cuando está curado completamente.

3. Para darle la textura final se utilizan telas de arrastre tipo trapeador en la caja distribuidora.

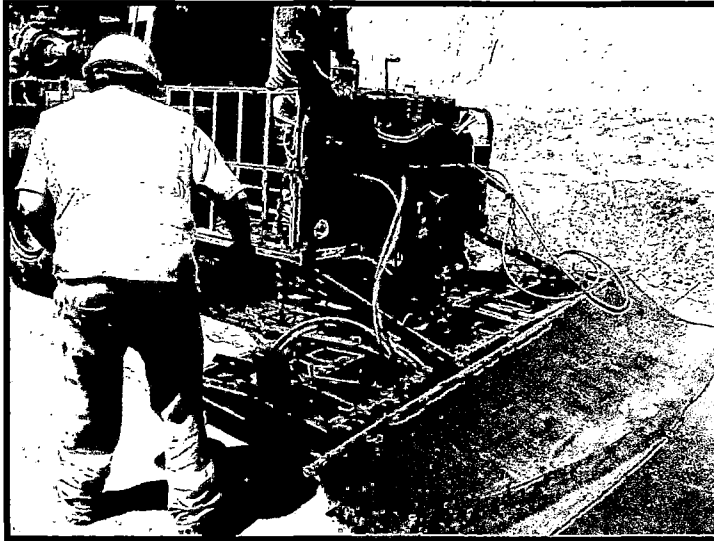


Foto 3.7: Acabado final del slurry seal utilizando telas de arrastre al final de la caja esparcidora⁶⁹

4. En las áreas que no son accesibles para la caja distribuidora se utiliza rastrillos con borde de hule ver Foto 3.6.



Foto 3.8: Acabados de zonas no accesibles al camión utilizando rastrillos de hule⁶⁹.

⁶⁹ Fotografías de propiedad de la autora.

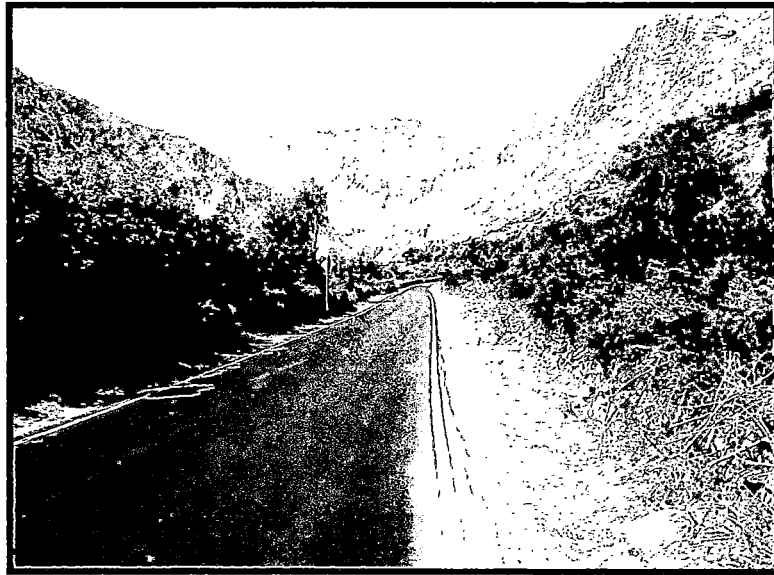


Foto 3.9: Acabado final del Mortero asfáltico Slurry seal con señalización horizontal⁷⁰.

⁷⁰ Fotografía de propiedad de la autora.

4.0 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SLURRY SEAL Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA.

4.1 GENERALIDADES

Una vez establecido en los capítulos anteriores el objetivo de esta investigación y definida el área de estudio; en el presente capítulo se presenta la evaluación de los desempeños del pavimento básico con cada uno de los tratamientos superficiales, esta evaluación se realizó a partir de la auscultación visual y medición del IRI.

La auscultación de pavimentos permite a través de técnicas destructivas y no destructivas, realizar la evaluación del estado de un pavimento. La auscultación visual, es una técnica no destructiva que puede ser aplicada en forma manual o mecanizada y que permite identificar y caracterizar los defectos superficiales de un pavimento. La auscultación visual del Pavimento comprende aspectos como determinar el tipo de fallas observadas en la superficie y evaluar la serviciabilidad del pavimento. Si bien su objetivo es recomendar soluciones y medidas de corrección; la información proporcionada tiene un ámbito de aplicación mucho más extenso.

Actualmente no existe en nuestra normativa una metodología normalizada para la evaluación superficial de pavimentos que no poseen revestimiento asfáltico. En este caso particular, la evaluación superficial efectuada ha tenido como uno de los objetivos, contar con un registro detallado de deterioros que permitan realizar un posterior reconocimiento de las condiciones posibles de fallas futuras en los pavimentos básicos.

En el caso específico del tipo de pavimento del presente estudio, el cual no presenta una capa de revestimiento asfáltico, se realizó una auscultación visual del estado del Pavimento utilizando la metodología PCI.

4.1.1 Parámetros ambientales durante la evaluación

Debido a que significativos cambios de temperatura ocasionan cambios importantes en las propiedades de los materiales bituminosos, se realizó el seguimiento de este parámetro durante el periodo de evaluación de los tratamientos superficiales. En términos generales durante la realización de los levantamientos de campo, las temperaturas medias mensuales tomadas de dos estaciones cercanas al área de estudio, desde junio 2009 hasta febrero 2010, fueron temperaturas cuyo valor se encontró en todo momento entre 15°C y 25°C, tal como se muestra en la Figura 4.1, la variación de temperaturas no alcanzó niveles extremos por lo tanto este parámetro no influyó en el comportamiento de los tratamientos superficiales.

En el caso de las precipitaciones, en líneas generales las lluvias dentro del área de estudio son inexistentes, solo en los meses de invierno se presentaron ligeras precipitaciones tal como se muestra en la figura 4.2. Durante la evaluación se observó dos periodos claramente definidos, los primeros 4 meses (desde junio a Setiembre del 2009) corresponden a periodos donde no existieron ningún tipo de precipitación, a partir de octubre comenzaron las primeras lluvias, llegando a su máximo nivel en los meses de enero y febrero del 2010; donde la máxima precipitación se registró en el mes de febrero con 71.5 mm de agua en zonas por encima de los 2000 msnm.

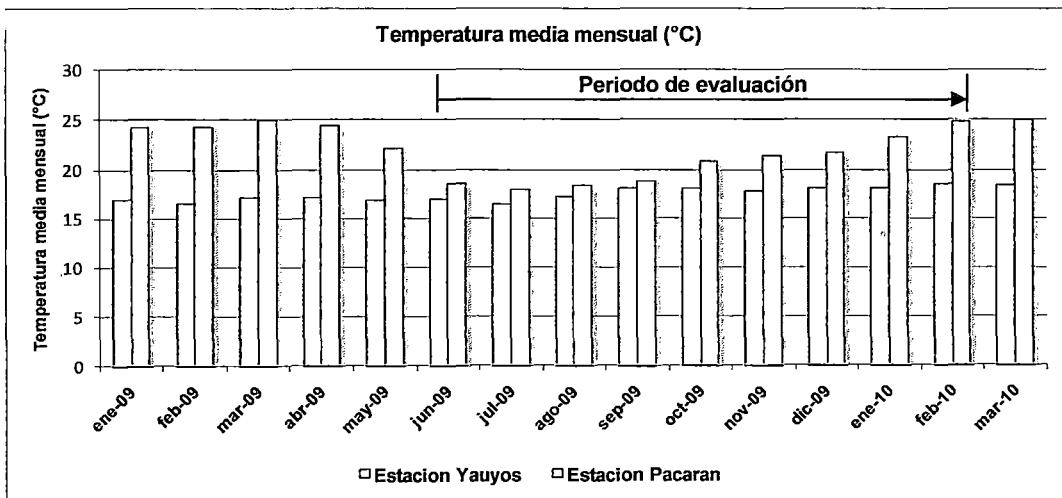


Figura 4.1: Temperaturas durante los meses de evaluación⁷¹.

⁷¹ Figura elaborada a partir de datos del SENAMHI.

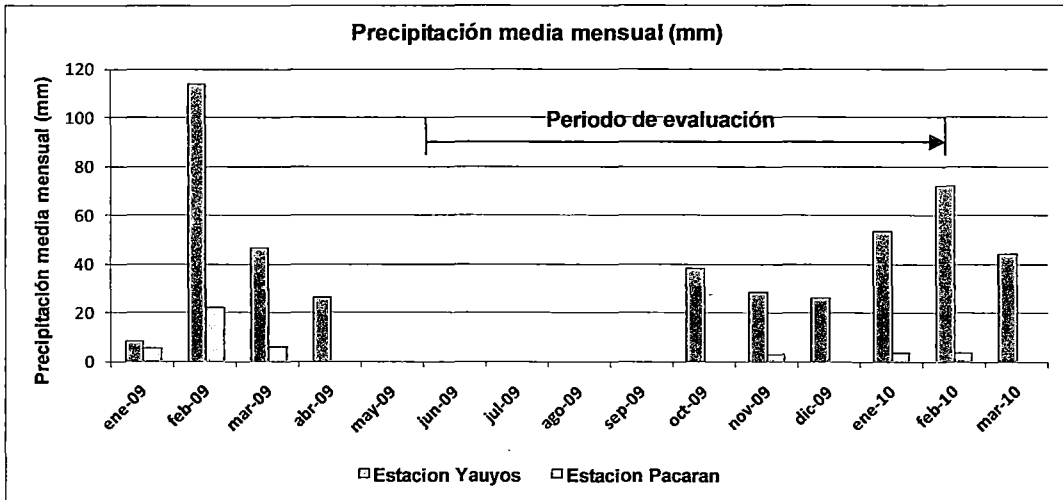


Figura 4.2: Precipitaciones durante los meses de evaluación⁷².

4.1.2 Tráfico actuante

Los materiales que conforman la estructura del pavimento sufren agrietamientos debido a que son sometidos a repeticiones de carga por acción del tránsito. Por lo tanto dada la influencia que tiene el tráfico actuante en la aparición de defectos de superficie se realizó el cálculo de los ejes equivalentes actuantes hasta febrero 2010, fecha donde culminó la evaluación.

A partir de los datos de volúmenes de tráfico se definieron los números de ejes equivalentes al año de vida útil del pavimento. Para realizar la conversión del tráfico a un equivalente de operaciones de un eje de 8.2 Tn, se utilizó los factores de equivalencia de carga de la AASHTO (Anexo 6.0).

IMD ₂₀₀₈ (Veh./día)	Ejes Equivalentes 8.2 Tn. al 2010	Da (x10 ⁻² mm)
569	0.50 x 10 ⁶	147.5

Cuadro 4.1: Ejes equivalentes de carga durante la evaluación⁷³.

Como resultado de la evaluación del tráfico se tiene que la estructura del Pavimento básico fue diseñada para un Eje Equivalente (2009-2013) igual a 8.4×10^4 , este valor fue superado al año de vida útil de servicio.

⁷² Figura elaborada a partir de datos del SENAMHI.

⁷³ Elaboración propia a partir de datos de Tráfico CGC.

4.1.3 Parámetros estructurales

La capacidad estructural del pavimento está estrechamente vinculada a las repeticiones de carga del tráfico; por lo tanto ante un tráfico actuante y debido a que los defectos estructurales están vinculadas con las deformaciones elásticas y plásticas que ocasionan el surgimiento de la mayoría de deterioros, se realizó el monitoreo del comportamiento estructural de los sectores de evaluación.

La caracterización del comportamiento estructural de las secciones de estudio se realizó con datos de deflexiones obtenidas con Viga Benkelman, en la figura 4.3 se observa las deflexiones en todo el tramo de evaluación asimismo se presentan las deflexiones características para cada uno de los sub-tramos, definidos según el método de diferencias acumuladas en el capítulo 2.

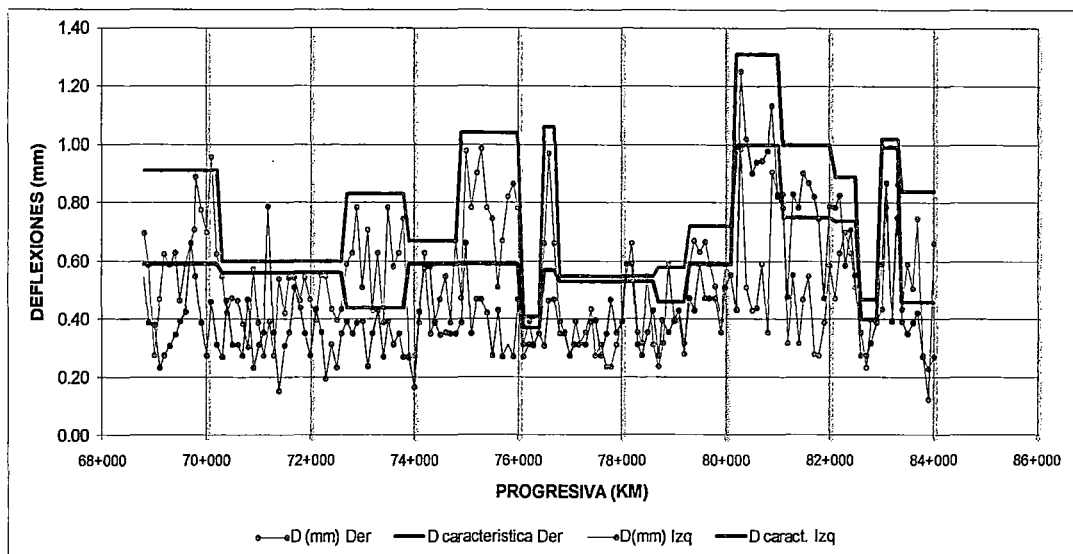


Figura 4.3: Deflexiones características – Pavimento básico⁷⁴

El resultado de la evaluación del comportamiento estructural del pavimento básico, permitió determinar la existencia de 3 sectores homogéneos, donde fue posible realizar la comparación de desempeños de los tratamientos superficiales, ver capítulo 2.

⁷⁴ Figura elaborada a partir de datos de deflexiones Anexo 7.

4.2 METODOLOGÍA PCI

La metodología elegida para la calificación y monitoreo de la condición superficial del pavimento básico, fue la metodología indicada por la norma ASTM D6433, el cual consiste en el cálculo del PCI (Pavement Condition Index) como un índice de condición superficial del pavimento. En cuanto a la determinación del tipo de deterioro a auscultar, éstos han sido relacionados con los tipos de deterioros particulares de pavimentos que poseen una carpeta asfáltica, debido a que la estabilización del afirmado a través de la adición de productos asfálticos y su recubrimiento con tratamientos superficiales, condiciona en alguna medida la existencia de estos deterioros.

Siguiendo las recomendaciones de esta metodología, el procedimiento consistió en inspeccionar cada unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños, se registró la información en los formatos correspondientes y luego se calculó el PCI de los tramos seleccionados. En total se evaluaron 32 secciones, cada sección presenta 100 metros de extensión y un ancho promedio de 4.10 m. de ancho, totalizando un área de 13 120.0 m² de pavimento monitoreado.

4.2.1 Descripción de las fallas encontradas en los pavimentos básicos

Para el propósito de esta investigación, los tipos de fallas encontradas en el pavimento básico, especialmente las fallas que no tienen su origen en la parte estructural, nos darán una idea del nivel de incidencia que tiene el desempeño de los tratamientos superficiales en la conservación de vías a nivel de afirmado y/o afirmado estabilizado.

N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD DE MEDIDA
1	Exudación de Asfalto	m ²
2	Agrietamiento en bloque	m ²
3	Abultamientos y hundimientos	m ²
4	Corrugación	m ²
5	Grietas de borde	m
6	Grietas Longitudinal y transversal	m
7	Parches	m ²
8	Huecos	u
9	Ahuellamientos	m ²
10	Desprendimientos de agregados	m ²

Cuadro 4.2: Tipos de fallas encontradas en el Pavimento básico⁷⁵.

a) Exudación de asfalto:

La exudación se presenta como una película de material bituminoso sobre la superficie del Slurry Seal o el Tratamiento Superficial Monocapa, se observa como una superficie brillante, cristalina y reflexiva que generalmente se vuelve pegajosa. Esta patología se presentó tanto en el tratamiento superficial Monocapa como en el Slurry Seal.

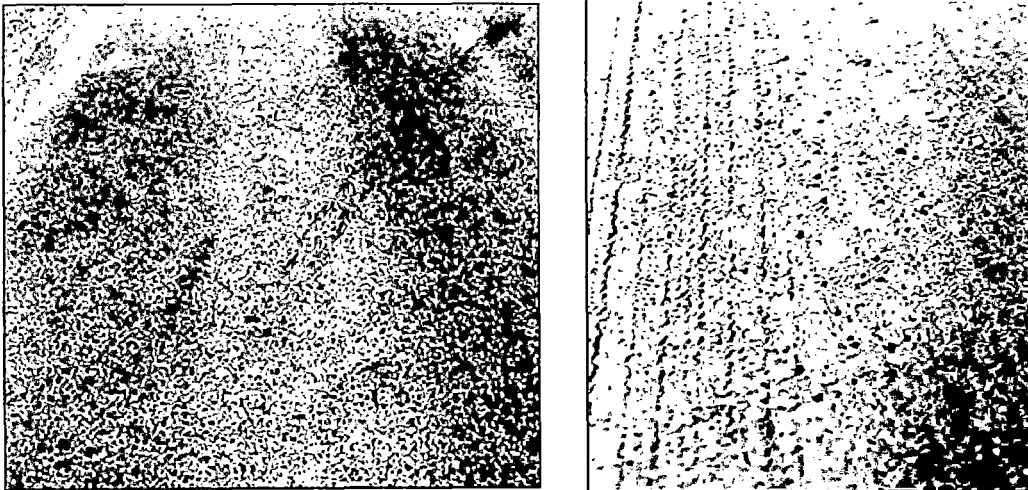


Foto N° 4.1: Exudación de asfalto severidad baja y alta⁷⁶

⁷⁵ Elaboración propia.

⁷⁶ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.



Foto N° 4.2: Exudación de asfalto en Tratamiento Superficial Monocapa, severidad Media⁷⁷

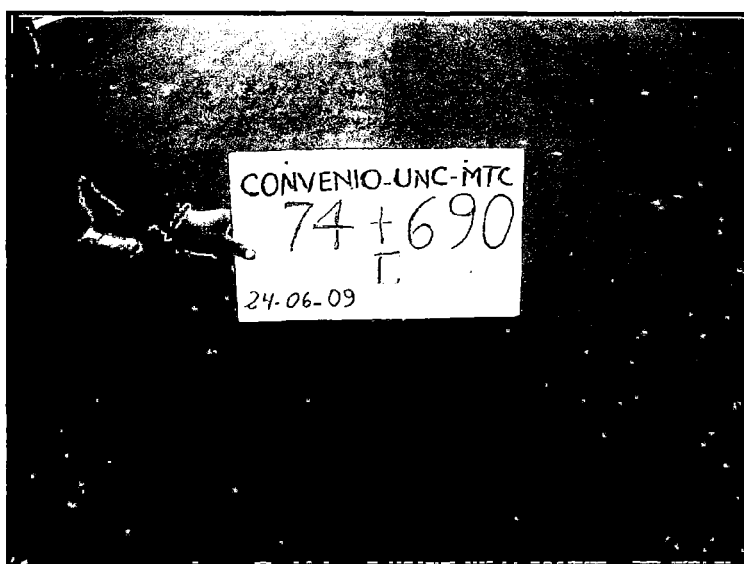


Foto N° 4.3: Exudación de asfalto en mortero asfaltico Slurry Seal, Severidad alta⁷⁷.

⁷⁷ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

b) Agrietamiento en bloque

Las fisuras en bloque son fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño desde aproximadamente 0.3 x 0.3m hasta 3 x 3m. Las fisuras en bloque son causadas principalmente por la contracción de los tratamientos superficiales y la variación diaria de temperatura, que resulta en ciclos diarios de esfuerzo/deformación unitaria. Este tipo de falla no está asociado con la carga de tráfico. La presencia de este tipo de falla en las secciones monitoreadas no fue significativa.

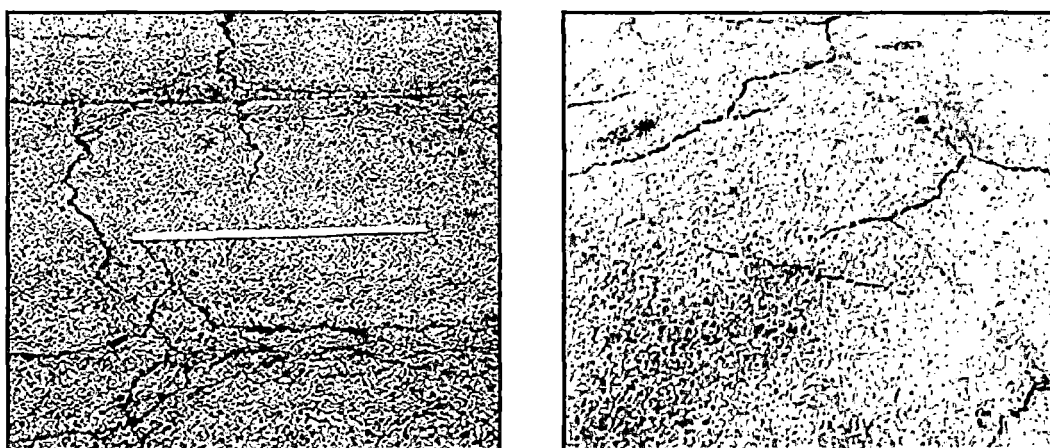


Foto N° 4.4: Agrietamiento en bloque Severidad baja y alta⁷⁸



Foto N° 4.5: Agrietamiento en bloque en Tratamiento Superficial Monocapa, severidad baja⁷⁹

⁷⁸ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

⁷⁹ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

c) Abultamientos y hundimientos

Los abultamientos son desplazamientos pequeños, localizados hacia arriba, en la superficie del pavimento. Mientras que los hundimientos son desplazamientos pequeños, bruscos hacia abajo en la superficie del pavimento.

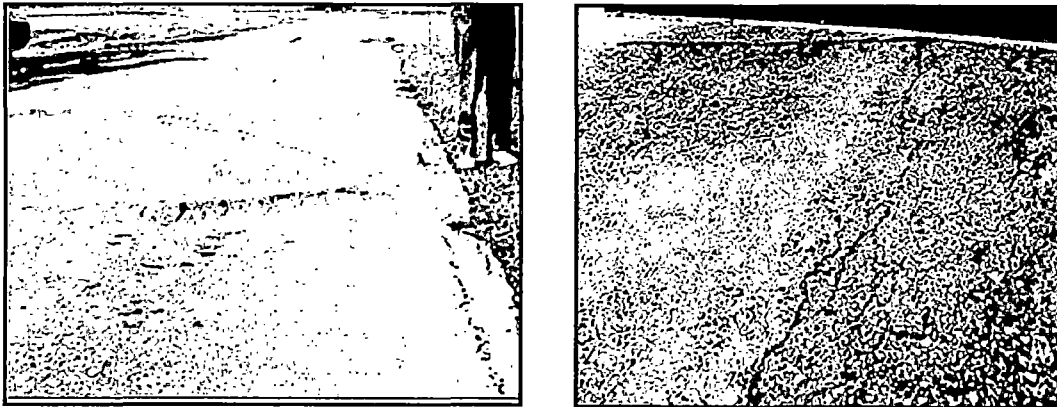


Foto N° 4.6: Hundimientos severidad media y alta⁸⁰

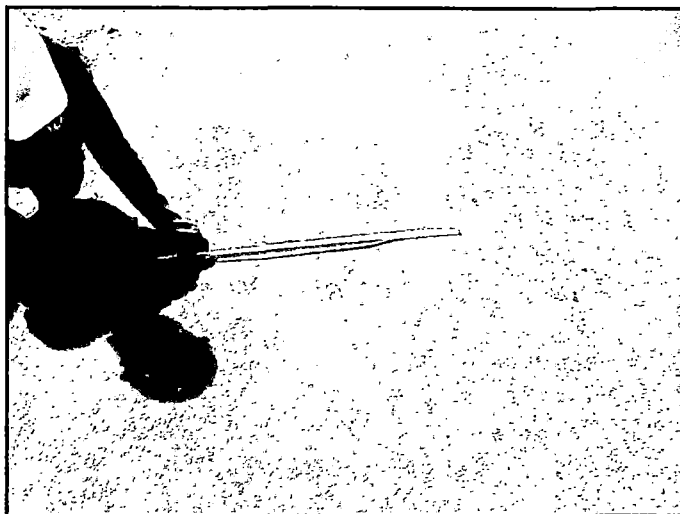


Foto N° 4.7: Hundimientos localizado en Tratamiento Superficial Monocapa, severidad media⁸¹.

⁸⁰ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

⁸¹ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

d) Corrugación

La corrugación, también conocida como “arqueamiento de tabla de lavado”, es una serie de cimas y depresiones cercanamente espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3m) a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares al sentido del tránsito. Este tipo de falla, generalmente es causada por la acción del tráfico combinada con la inestabilidad de la superficie o la base del pavimento.

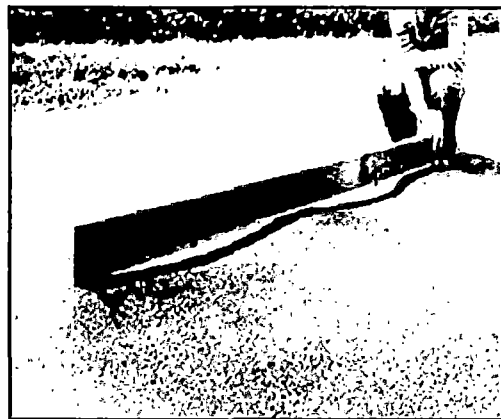


Foto N° 4.8: Corrugación severidad baja y alta⁸².



Foto N° 4.9: Corrugación en tramo con tratamiento superficial Monocapa, severidad media⁸³.

⁸² ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

⁸³ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

e) Grietas de borde

Estas fisuras son paralelas al borde externo del pavimento y generalmente se encuentran a una distancia de 0.3 a 0.5m del borde. Esta falla es acelerada por las cargas de tráfico y su origen puede contribuir al debilitamiento de la base. El área entre la fisura y el borde del pavimento es clasificada como área de desprendimiento si esta se encuentra agrietada (a veces al punto en que los fragmentos son removidos).

Este tipo de fallas se presentó predominantemente en el tramo con revestimiento Slurry seal.

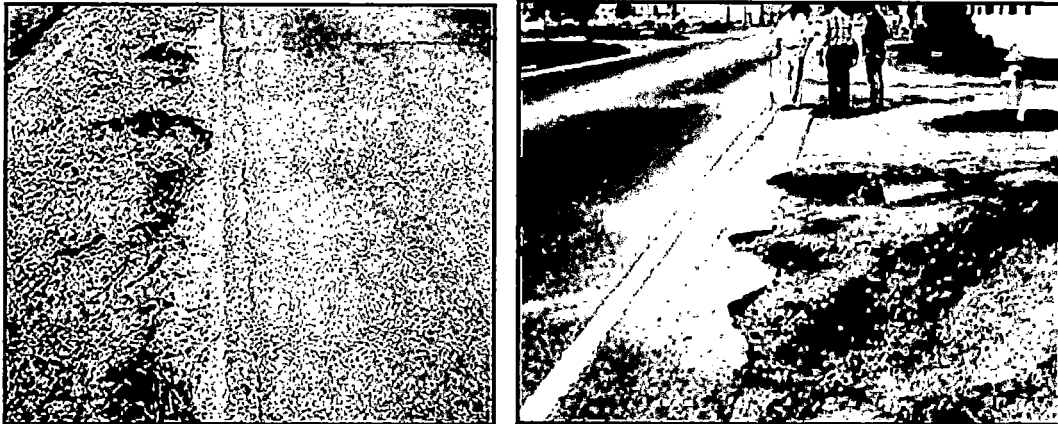


Foto N° 4.10: Grieta de borde Severidad Baja y Alta ⁸⁴

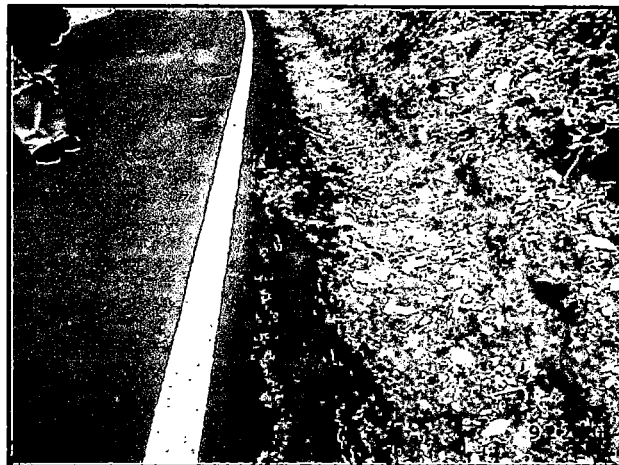


Foto N° 4.11: Grieta de borde tratamiento Slurry seal, severidad baja ⁸⁵

⁸⁴ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

⁸⁵ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

f) Grieta longitudinal y transversal;

Las fisuras longitudinales son paralelas al eje central del pavimento o a la línea direccional en que fue construido. Las fisuras transversales se extienden a través del ancho del pavimento formando aproximadamente ángulos rectos con el eje central del pavimento. Estas fisuras se presentan debido a que la variación de temperatura de la superficie del pavimento hace que éste se expanda y contraiga causando la grieta.

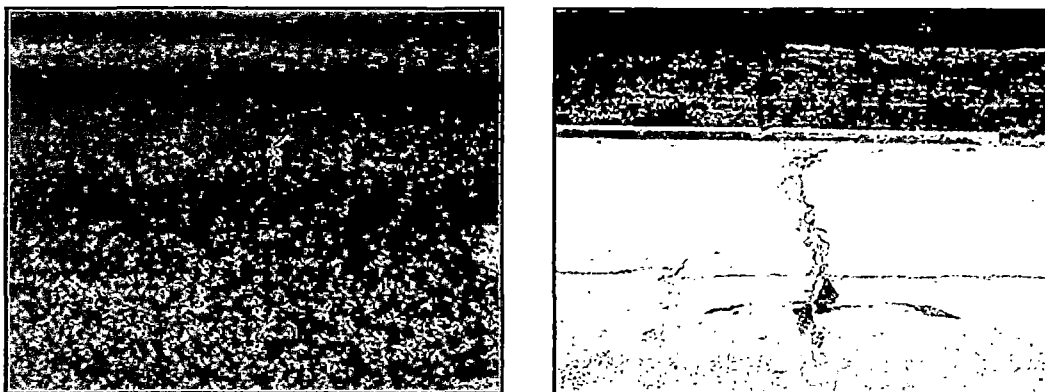


Foto N° 4.12: Grieta longitudinal y transversal severidad baja y severidad alta⁸⁶

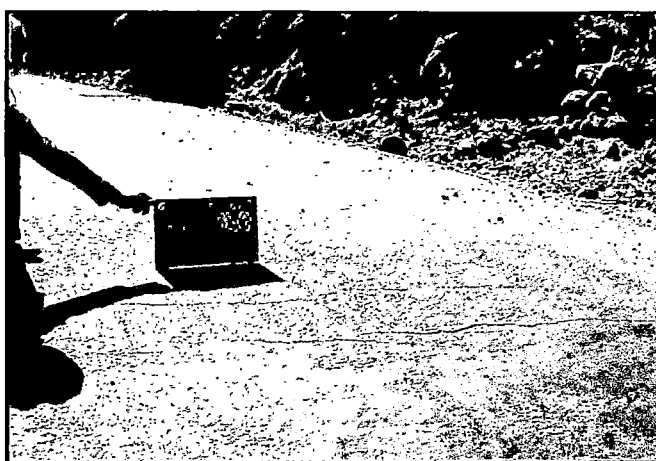


Foto N° 4.13: Grietas transversales en tratamiento superficial Monocapa, severidad baja⁸⁷.

⁸⁶ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

⁸⁷ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

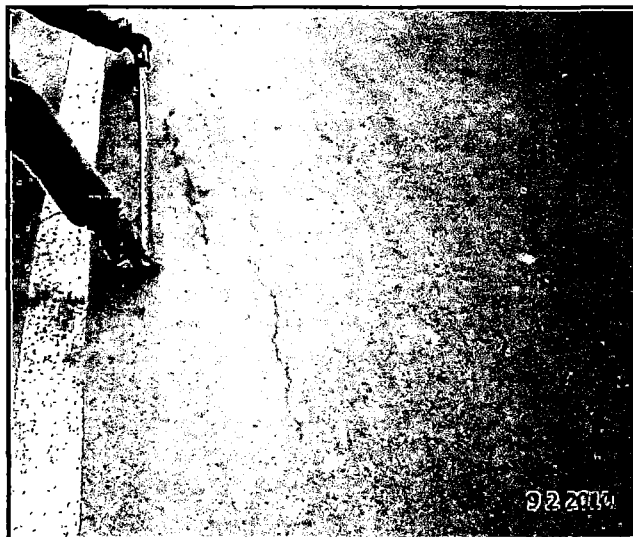


Foto N° 4.14: Grietas longitudinales en mortero asfáltico Slurry seal, severidad baja⁸⁸.

g) Parches

Un parche es un área del pavimento que ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche es considerado un defecto sin importar su comportamiento (un área parchada o área adyacente generalmente no se comporta tan bien como lo hace una sección original de pavimento). Por lo general, alguna rugosidad está asociada con esta falla.

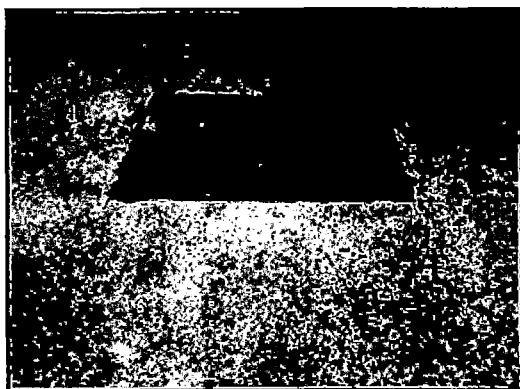


Foto N° 4.15: Parches severidad baja y severidad alta⁸⁹.

⁸⁸ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

⁸⁹ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

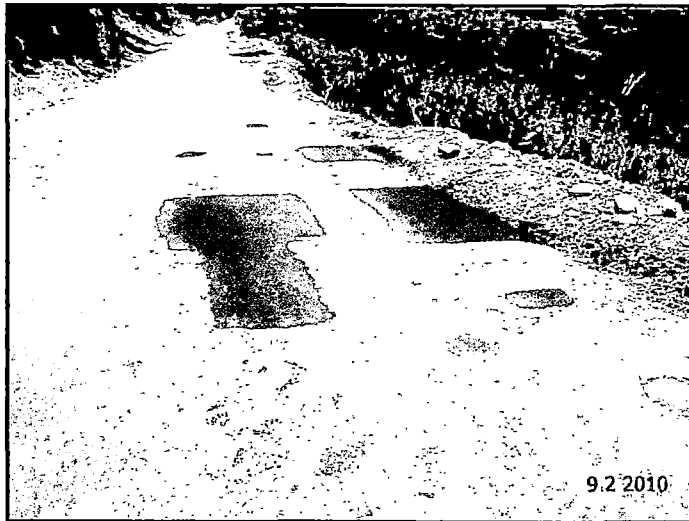


Foto N° 4.16: Parches en Tratamiento superficial Monocapa⁹⁰

h) Huecos

Los huecos son pequeñas depresiones en la superficie del pavimento en forma de ollas que generalmente no superan los 750mm (30 pulgadas) en diámetro. Generalmente los huecos presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla. Cuando los huecos son causados por un fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, estos deben ser considerados como huecos y no como peladura por intemperismo.



Foto N° 4.17: Huecos severidad baja y severidad media⁹¹

⁹⁰ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

⁹¹ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.



Foto N° 4.18: Huecos en tratamiento superficial Monocapa, severidad media⁹².

i) Ahuellamientos

Un ahuellamiento es una depresión superficial en las huellas de las ruedas. El levantamiento del pavimento puede ocurrir a lo largo de los lados del ahuellamiento, el ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante, generalmente es causado por la consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico.

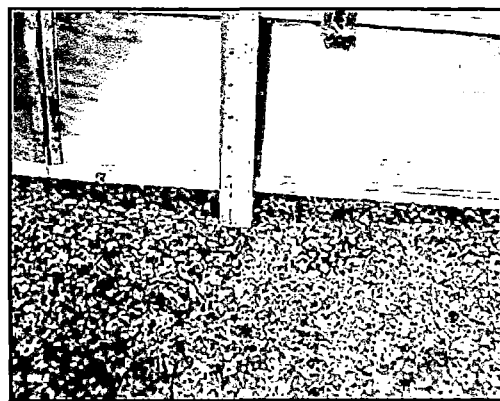
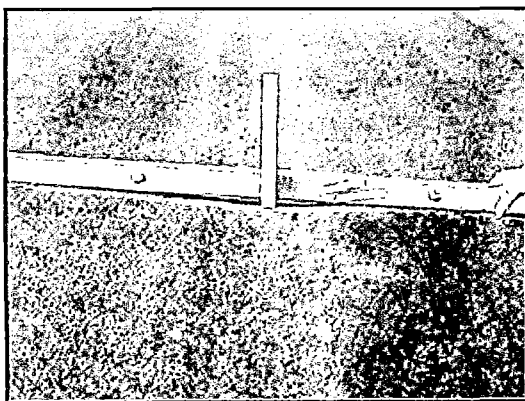


Foto N° 4.19: Ahuellamiento severidad baja y severidad media⁹³

⁹² Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

⁹³ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

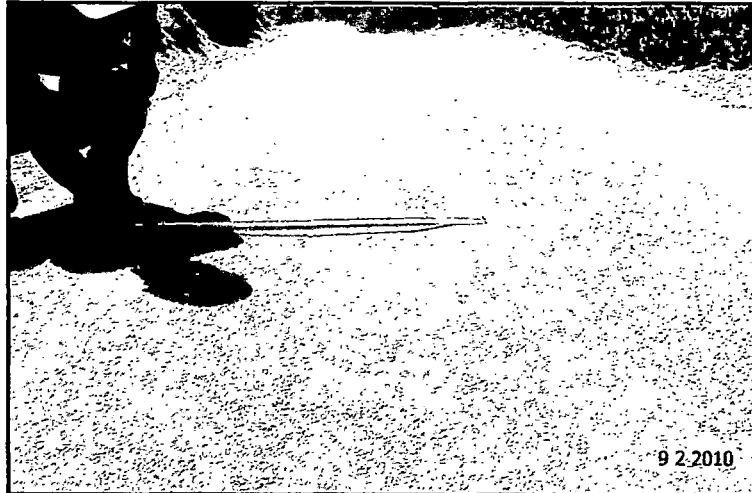


Foto N° 4.20: Ahuellamiento severidad media⁹⁴

j) Desprendimiento de agregados

Las peladuras y los desprendimientos son el desgaste en la superficie del pavimento debido a la pérdida de ligante asfáltico y partículas del agregado removidas. Estas fallas nos indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable ó que estamos en presencia de una mezcla de pobre calidad. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de agregado por acción de los derrames de aceite de vehículos también están considerados como desprendimientos. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tráfico, como por ejemplo, vehículos de rastreo.

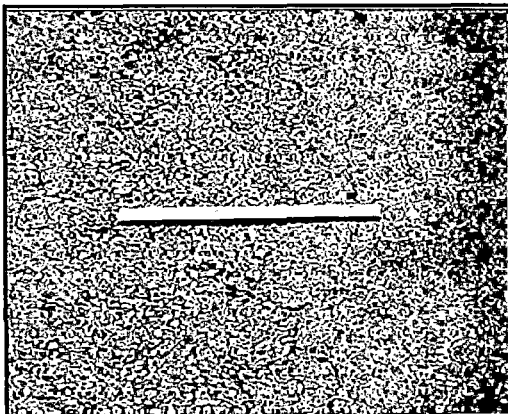


Foto N° 4.21: Desprendimiento de los agregados severidad baja y severidad alta⁹⁵

⁹⁴ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

⁹⁵ ASTM. (s.f.). Catálogo de fallas. *ASTMD6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.

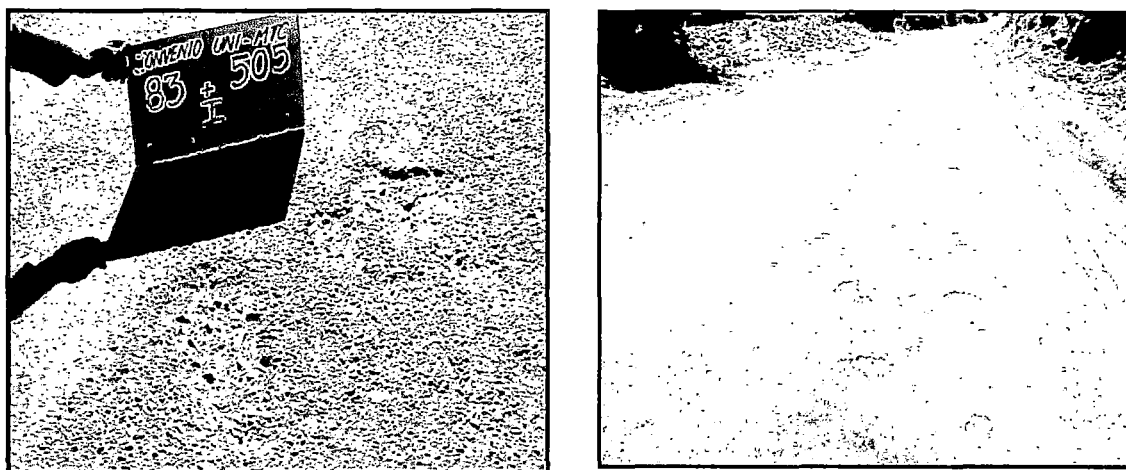


Foto N° 4.22: Desprendimiento de los agregados en tratamiento superficial monocapa severidad media y alta⁹⁶.

4.2.2 Cálculo del tamaño de muestra

En vista del inmenso tamaño, estadísticamente hablando, que se ha estimado puede tener la población en el tramo seleccionado para esta investigación y de las limitaciones de tiempo y recursos, se llevó a cabo un muestreo para determinar la cantidad mínima de unidades de muestreo para la evaluación superficial, se utilizó la siguiente expresión proporcionada por la norma ASTM D 6433 – 03, al 95% de confiabilidad.

$$n = \frac{\sigma^2 \times N}{e^2(N-1)/4 + \sigma^2}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

σ : Desviación estándar del PCI

N: Número total de unidades de muestra en la sección.

E: error admisible en el cálculo del PCI; e = +/- 5 puntos del PCI.

Dentro del tramo de estudio, tramo con Slurry seal (Km.73+100 al Km. 78+000) y tramo con Tratamiento superficial Monocapa (79 + 000 al 84+000) se tiene una población compuesta por 155 unidades de 100 m. cada uno y considerando una

⁹⁶ Fotografía propiedad de la autora, evaluaciones periódicas de PCI.

confianza del 95%, un porcentaje de error del 5% y asumiendo una desviación estándar para el pavimento básico de 13, se tiene que la mínima cantidad de muestras para la evaluación son 29 unidades de 100 m.

Asimismo dentro de las secciones de evaluación en el tramo **Km. 73+100 al Km. 84+000**, existieron sectores con problemas puntuales que ocasionan problemas ajenos al propio comportamiento de los pavimentos por lo tanto afectarían la objetividad de la evaluación, debido a ello no fueron tomados en cuenta dentro del tamaño muestral, ante ello se decidió tomar unidades de muestra adicionales, considerándose un total de muestras de 32 secciones de 100 m de evaluación. El intervalo de espaciamiento máximo de las unidades de muestreo es igual a para inspeccionar se calculó según la expresión recomendada en la ASTM D 6433-03.

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, redondeado al número entero inferior.

En el cuadro 4.3 se muestra la ubicación de las secciones de evaluación, además de las secciones excluidas del tamaño muestral y el criterio para excluirlas.

Sección	PROGRESIVA		Tipo	Observaciones
	Inicial	Final		
	73+100	73+200	MORTERO ASFALTICO SLURRY SEAL	Zona en población. SAN JERONIMO
S1	73+400	73+500		Apta para evaluación
S2	73+700	73+800		Apta para evaluación
S3	74+000	74+100		Apta para evaluación
S4	74+300	74+400		Apta para evaluación
S5	74+600	74+700		Apta para evaluación
S6	74+900	75+000		Apta para evaluación
S7	75+200	75+300		Apta para evaluación
S8	75+500	75+600		Apta para evaluación
S9	75+800	75+900		Apta para evaluación
	76+100	76+200		Zona de maniobras, acceso a Puente Huallampi.
S10	76+400	76+500		Apta para evaluación
S11	76+700	76+800		Apta para evaluación
S12	77+000	77+100		Apta para evaluación
S13	77+300	77+400		Apta para evaluación
	77+600	77+700		Difficil geometría con curvas demasiado cerradas, pendientes pronunciadas, taludes verticales, desprendimiento de material.
S14	77+900	78+000	Apta para evaluación	
S15	78+200	78+300	Apta para evaluación	
S16	78+500	78+600	Apta para evaluación	
	78+800	78+900	TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA	Difficil geometría con curva demasiado cerrada, pendientes pronunciadas, Poblado CATAHUASI
S17	79+100	79+200		Apta para evaluación
S18	79+400	79+500		Apta para evaluación
S19	79+700	79+800		Apta para evaluación
S20	80+000	80+100		Apta para evaluación
S21	80+300	80+400		Apta para evaluación
S22	80+600	80+700		Apta para evaluación
S23	80+900	81+000		Apta para evaluación
S24	81+200	81+300		Apta para evaluación
S25	81+500	81+600		Apta para evaluación
S26	81+800	81+900		Apta para evaluación
S27	82+100	82+300		Apta para evaluación
S28	82+400	82+500		Apta para evaluación
S29	82+700	82+800		Apta para evaluación
	83+000	83+100		Badén letrero Entrada Cachuy
S30	83+300	83+400		Apta para evaluación
S31	83+600	83+700	Apta para evaluación	
S32	83+900	84+000	Apta para evaluación	

Cuadro 4.3: Secciones de evaluación del PCI⁹⁷.

⁹⁷ Elaboración propia.

4.2.3 Procedimiento de cálculo del pci de las unidades de muestreo

El siguiente procedimiento para el cálculo del PCI, fue adaptado de la ASTM D6433 - 03:

4.2.3.1 Cálculo de los Valores Deducidos:

1. a. Se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño y se registra en el formato. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
1. b. Se divide la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
1. c. Se determina el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas indicadas en el Apéndice X3 de la ASTM D6433, Curvas de Valor Deducido para el asfalto (Anexo 5.0).

4.2.3.2 Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

2. a. Si ninguno ó tan sólo uno de los "Valores Deducidos" es mayor que 2, se usa el "Valor Deducido Total" en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido", CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.
2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
2. c. Determine el "Número Máximo Admisible de Valores Deducidos" (m), utilizando la Ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

2. d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

4.2.3.3 Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Se determina el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
3. b. Se determina el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
3. c. Se determina el CDV con q y el “Valor Deducido Total” utilizando las curvas apropiadas de corrección para pavimentos de CA en la figura X3.26 del Apéndice X3.
3. d. Se reduce a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

4.3 AUSCULTACION VISUAL, DETERMINACION DE LOS TIPOS DE DETERIORO

4.3.1 Metodología y equipos

La evaluación superficial del pavimento básico se efectuó a través de la auscultación visual del estado del pavimento.

La auscultación visual se realizó siguiendo los procedimientos descritos en la ASTM D-4633: Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento, se identificaron las patologías que se presentan y se caracterizó la evolución de los mismos, los equipos utilizados fueron, wincha métrica y reglas, el registro de los deterioros se realizó a pie y en intervalos de dos meses, en cada recorrido se determinaron y cuantificaron los tipos de defectos hallados. En el cuadro 4.4 se presenta detalladamente las fechas de los levantamientos de campo para el cálculo del PCI.

Sección	Fecha de construcción	1° Eval.	2° Eval.	3° Eval.	4° Eval.	5° Eval.
S1 al S17 Slurry Seal	Mayo 2009	23 Junio 2009	22 Agosto 2009	17 Octubre 2009	12 Dic. 2009	09 Febrero 2010
S18 al S32 Monocapa	Marzo 2009	23 Junio 2009	22 Agosto 2009	17 Octubre 2009	12 Dic. 2009	09 Febrero 2010

Cuadro 4.4: Fechas de evaluación de las secciones monitoreadas⁹⁸

4.3.2 Ubicación de las unidades de muestreo

Las unidades de muestreo son las que se detallan en el acápite 4.2.2, Cuadro 4.3. En total son 32 secciones de 100 metros de largo y ancho promedio de 4.10 m., 16 secciones con recubrimiento superficial Monocapa y las 16 restantes con Slurry seal.

4.3.3 Análisis de resultados Obtenidos

Se procesaron los datos provenientes de los levantamientos de campo y se calculó el Índice de Condición del Pavimento. El cuadro 4.5 resume los resultados obtenidos en las secciones de evaluación para cada una de las 5 evaluaciones del PCI, y en el Anexo 4.0 se hace una descripción de los tipos de falla encontrados para los tramos estudiados.

⁹⁸ Elaboración propia.

SECCIÓN	PROGRESIVA		AREA (m2)	PCI					
	INICIO	FIN		jun-09	ago-09	oct-09	dic-09	feb-10	
S1	73+400	73+500	500	95.00	91.00	88.00	77.00	63.00	SLURRY SEAL
S2	73+700	73+800	400	98.00	97.00	88.00	87.00	78.00	
S3	74+000	74+100	350	92.00	90.00	88.00	88.00	84.00	
S4	74+300	74+400	370	100.00	100.00	98.00	92.00	88.00	
S5	74+600	74+700	350	96.00	95.00	93.00	93.00	81.00	
S6	74+900	75+000	430	98.00	92.00	90.00	85.00	78.00	
S7	75+200	75+300	450	100.00	89.00	92.00	89.00	81.00	
S8	75+500	75+600	380	100.00	93.00	95.00	91.00	88.00	
S9	75+800	75+900	420	98.00	97.00	89.00	85.00	86.00	
S10	76+400	76+500	450	96.00	95.00	93.00	86.00	75.00	
S11	76+700	76+800	450	100.00	100.00	93.00	88.00	81.00	
S12	77+000	77+100	450	100.00	92.00	90.00	87.00	78.00	
S13	77+300	77+400	450	99.00	97.00	87.00	77.00	76.00	
S14	77+900	78+000	400	99.00	99.00	97.00	86.00	83.00	
S15	78+200	78+300	425	100.00	99.00	92.00	88.00	74.00	
S16	78+500	78+600	500	100.00	94.00	92.00	91.00	86.00	
S17	79+100	79+200	350	82.00	74.00	69.00	78.00	63.00	MONOCAPA
S18	79+400	79+500	370	89.00	83.00	85.00	72.00	68.00	
S19	79+700	79+800	360	96.00	89.00	85.00	80.00	69.00	
S20	80+000	80+100	325	90.00	86.00	76.00	78.00	71.00	
S21	80+300	80+400	380	89.00	86.00	84.00	78.00	75.00	
S22	80+600	80+700	470	86.00	60.00	45.00	37.00	48.00	
S23	80+900	81+000	420	78.00	74.00	78.00	49.00	38.00	
S24	81+200	81+300	500	76.00	58.00	71.00	67.00	39.00	
S25	81+500	81+600	500	90.00	80.00	58.00	64.00	44.00	
S26	81+800	81+900	350	88.00	87.00	75.00	74.00	54.00	
S27	82+100	82+300	400	89.00	81.00	65.00	49.00	29.00	
S28	82+400	82+500	450	92.00	90.00	82.00	43.00	40.00	
S29	82+700	82+800	400	92.00	78.00	56.00	65.00	30.00	
S30	83+300	83+400	370	92.00	81.00	75.00	55.00	35.00	
S31	83+600	83+700	360	91.00	82.00	74.00	68.00	58.00	
S32	83+900	84+000	400	88.00	83.00	79.00	75.00	69.00	

Cuadro 4.5: Resultados de PCI de las secciones monitoreadas⁹⁹

Se realizó un análisis estadístico a los datos presentados en el cuadro anterior, con la finalidad de conocer la distribución y valores del PCI en las secciones, para ello se dividió en 7 categorías la variable PCI, estas categorías corresponden a los estados de condición del pavimento según el Cuadro 1.4, finalmente se analizó la distribución de las secciones en cada categoría de PCI.

⁹⁹ Elaboración propia.

a) Primera Evaluación:

El primer registro de defectos se realizó el 23 de junio del 2009, en las figuras 4.4 y 4.5 se muestran los valores de PCI calculados en cada sección.

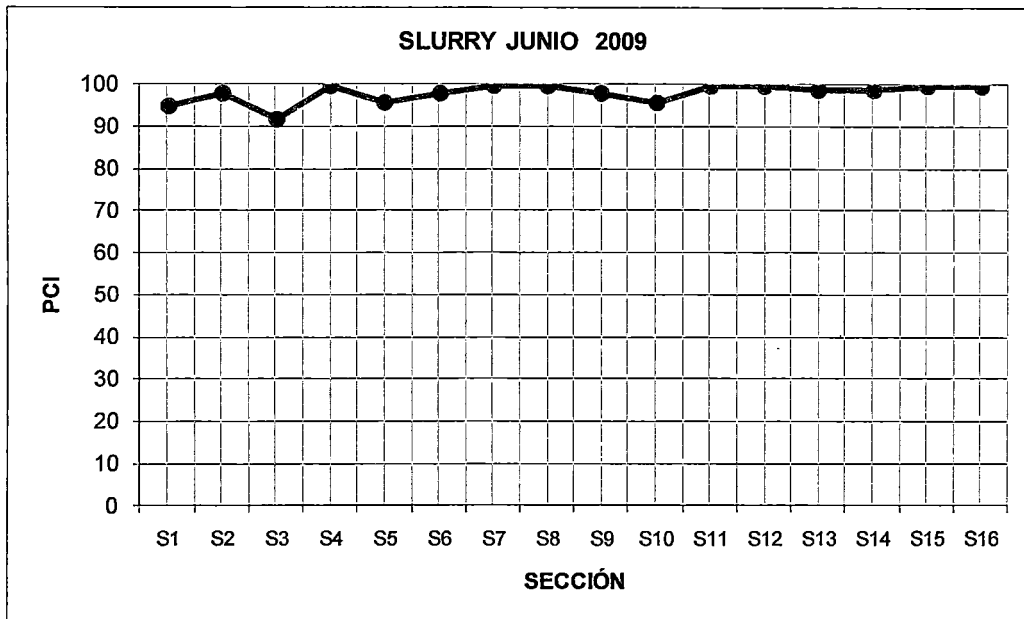


Figura 4.4: Valores de PCI en las secciones con Slurry seal (Junio 2009)¹⁰⁰.

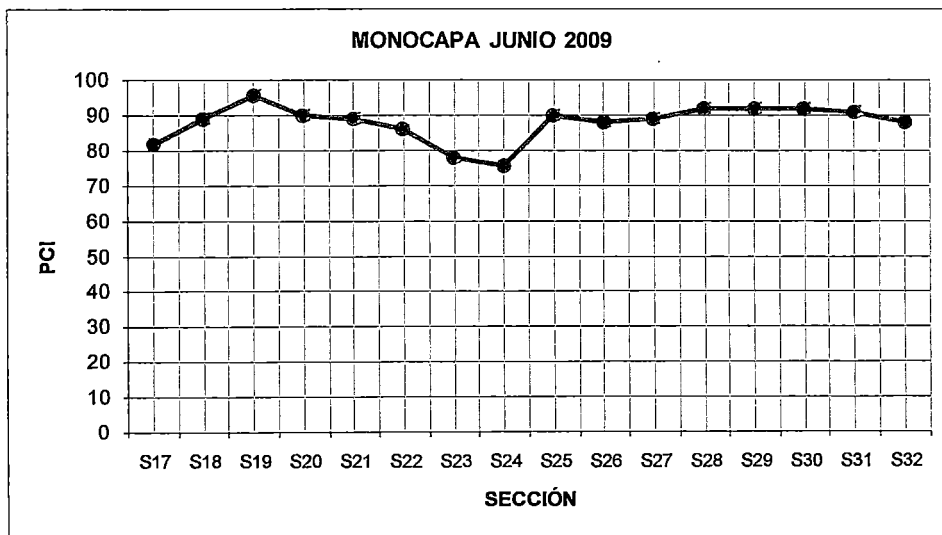


Figura 4.5: Variación del PCI en las secciones con Monocapa (Junio 2009)¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Elaboración propia.

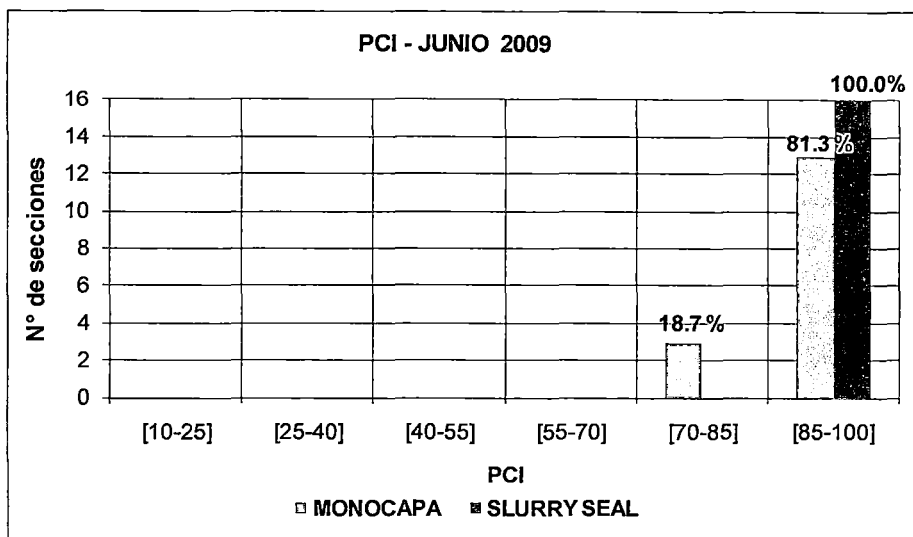


Figura 4.6: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Junio 2009)¹⁰¹.

Variable	Media	Error típico	Mediana	Moda	Desv. estándar	Varianza	Curtosis	Coef. asimetría	Rango	Mín.	Máx.
PCI en secciones con Slurry seal	98.19	0.59	99.00	100.00	2.34	5.50	1.87	-1.46	8.00	92.00	100.00
PCI en secciones con Monocapa	88.00	1.32	89.00	89.00	5.27	27.73	1.09	-1.15	20.00	76.00	96.00

Cuadro 4.6: Medidas de tendencia central y dispersión para los datos de PCI (Junio 2009)¹⁰¹.

De los histogramas de frecuencias presentados en la figura 4.6 y el análisis estadístico de los datos, cuadro 4.6, se puede observar lo siguiente:

- El 100 % de secciones con Slurry Seal presentan una condición del pavimento considerado como EXCELENTE. El promedio de valores de PCI es igual a 98 y el valor más común en nuestro conjunto de datos es igual a 100, el mínimo valor de PCI en estas secciones es igual a 92.
- Los valores de PCI de las secciones con tratamiento superficial Monocapa presentan un rango de variación de hasta 20 unidades siendo la mínima 76 y la máxima 96; el 18.7 % de secciones tienen una condición de pavimento considerada como MUY BUENA y el 81.3 % una condición EXCELENTE. El valor más común en nuestro conjunto de datos es 89.

¹⁰¹ Elaboración propia.

b) Segunda evaluación:

La segunda evaluación de defectos se realizó después de transcurridos dos meses de la primera, el 22 de Agosto del 2009.

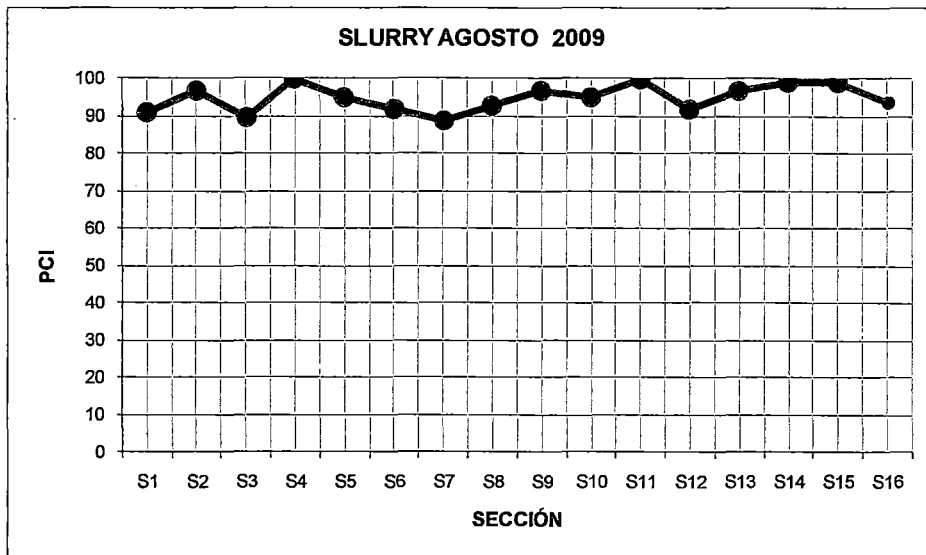


Figura 4.7: Valores del PCI en las secciones con Slurry seal (Agosto 2009)¹⁰².

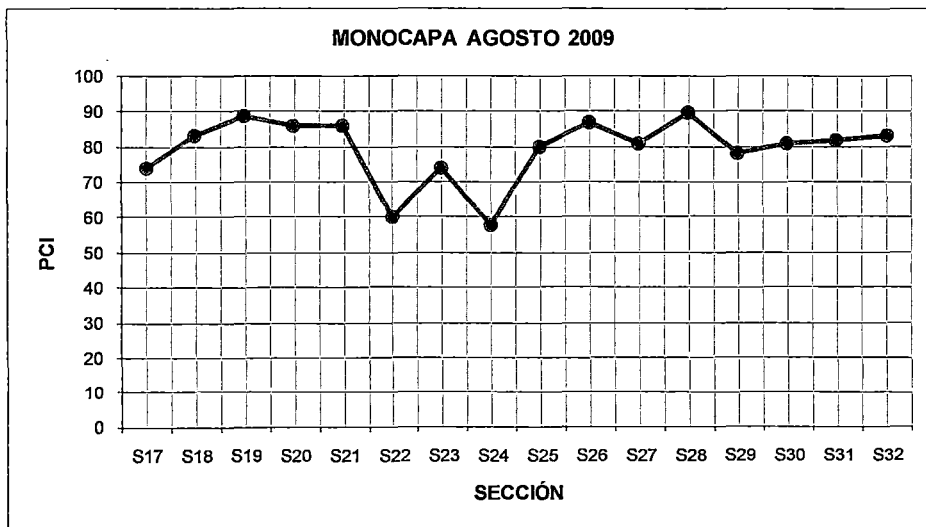


Figura 4.8: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Agosto 2009)¹⁰².

¹⁰² Elaboración propia.

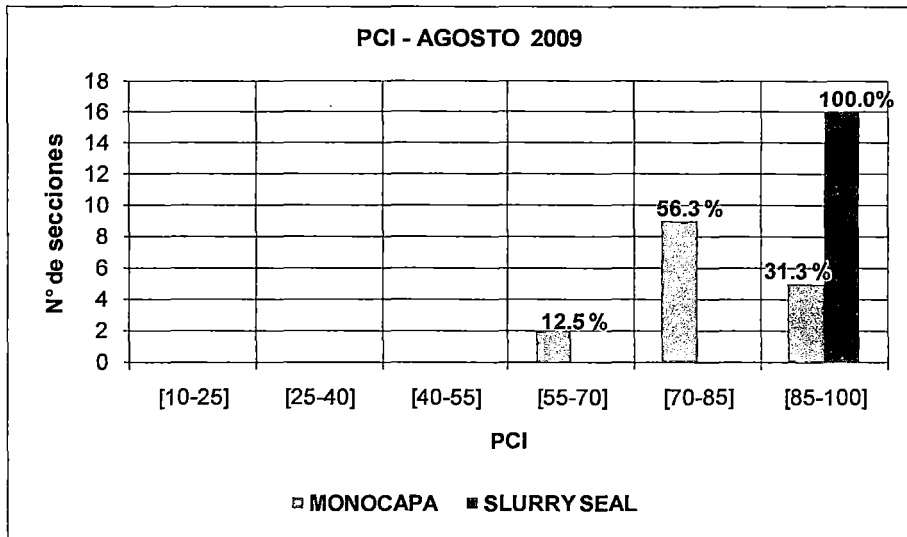


Figura 4.9: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Agosto 2009)¹⁰³.

Variable	Media	Error típico	Mediana	Moda	Desv. estándar	Varianza	Curtosis	Coef. asimetría	Rango	Min.	Máx.
PCI en secciones con Slurry seal	95.00	0.90	95.00	97.00	3.60	12.93	-1.23	-0.11	11.00	89.00	100.00
PCI en secciones con Monocapa	79.50	2.31	81.50	74.00	9.24	85.47	1.58	-1.41	32.00	58.00	90.00

Cuadro 4.7: Cuadro de parámetros estadísticos en secciones con Monocapa (Agosto 2009)¹⁰³.

- Las secciones con Slurry seal mantienen su condición en el rango de EXCELENTE pero aumentó el rango de variación de 8 a 11.
- Las secciones con Monocapa presentan deterioros más acentuados que el Slurry seal, el 12.7% tienen una condición BUENA, el 56.3 % una condición MUY BUENA y un 31.3% una condición EXCELENTE.

¹⁰³ Elaboración propia.

c) Tercera evaluación:

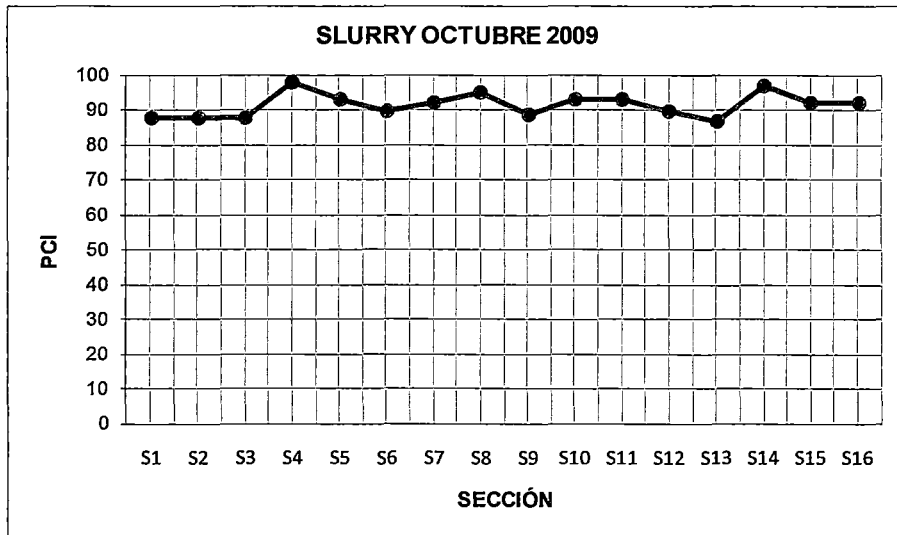


Figura 4.10: PCI de las secciones con Slurry seal (Octubre 2009)¹⁰⁴.

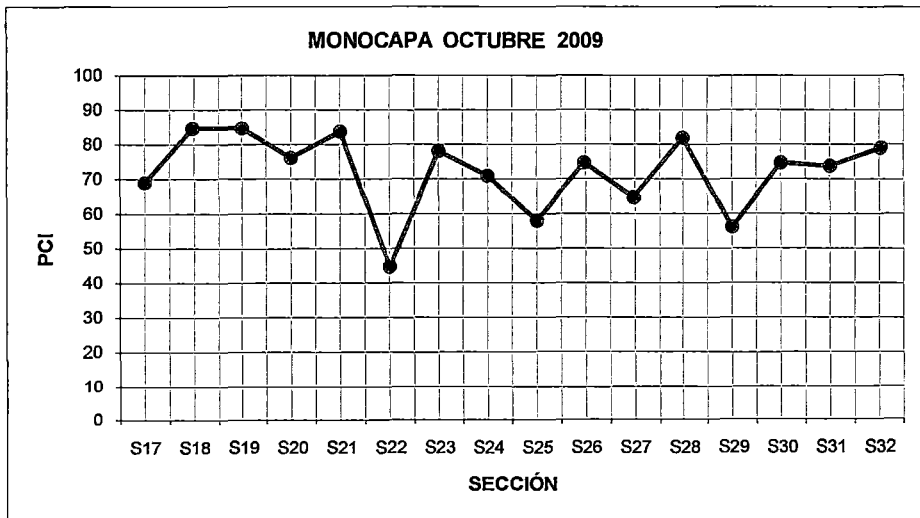


Figura 4.11: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Octubre 2009)¹⁰⁴.

¹⁰⁴ Elaboración propia.

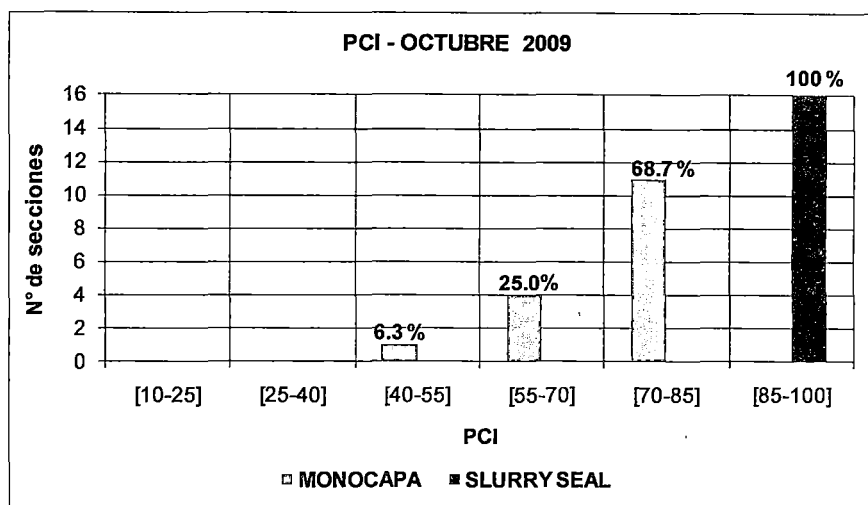


Figura 4.12: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Octubre 2009)¹⁰⁵.

Variable	Media	Error típico	Mediana	Moda	Desv. estándar	Varianza	Curtosis	Coef. asimetría	Rango	Mín.	Máx.
PCI en secciones con Slurry seal	91.56	0.82	92.00	88.00	3.27	10.66	-0.45	0.49	11.00	87.00	98.00
PCI en secciones con Monocapa	72.31	2.85	75.00	85.00	11.38	129.56	0.77	-1.08	40.00	45.00	85.00

Cuadro 4.8: Cuadro de parámetros estadísticos en secciones con Monocapa (Octubre 2009)¹⁰⁵.

- La tercera evaluación de PCI muestra que el 100 % de las secciones con Slurry seal todavía mantienen una condición calificada como EXCELENTE, los deterioros van apareciendo lentamente, esto último se evidencia en que el valor predominante de PCI es igual a 88.
- En las secciones con tratamiento superficial Monocapa se observa que la reducción de la condición del pavimento se produce de manera más acelerada que en el slurry seal, un 6.3 % presenta un nivel REGULAR, un 25% un nivel BUENO y un 68.7% un nivel MUY BUENO.

¹⁰⁵ Elaboración propia.

d) Cuarta evaluación :

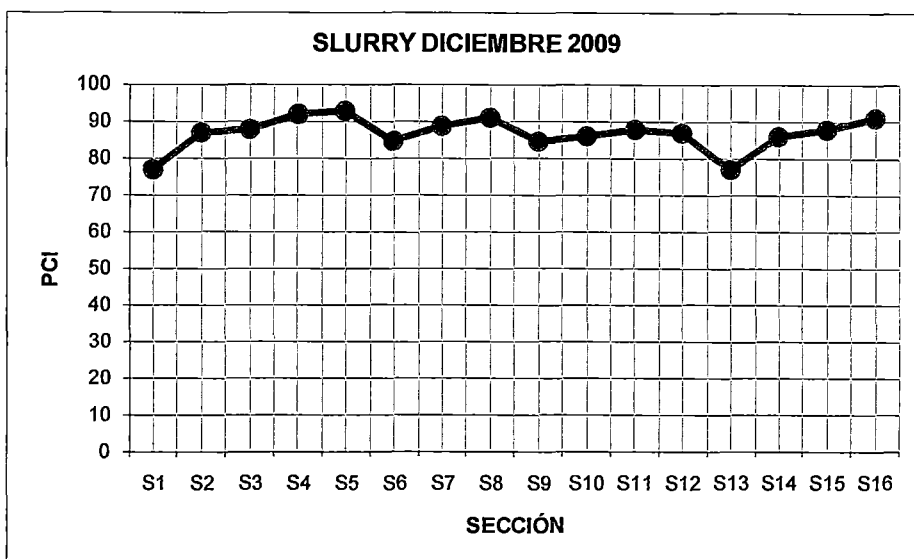


Figura 4.13: PCI de las secciones con Slurry seal (Diciembre 2009)¹⁰⁶.

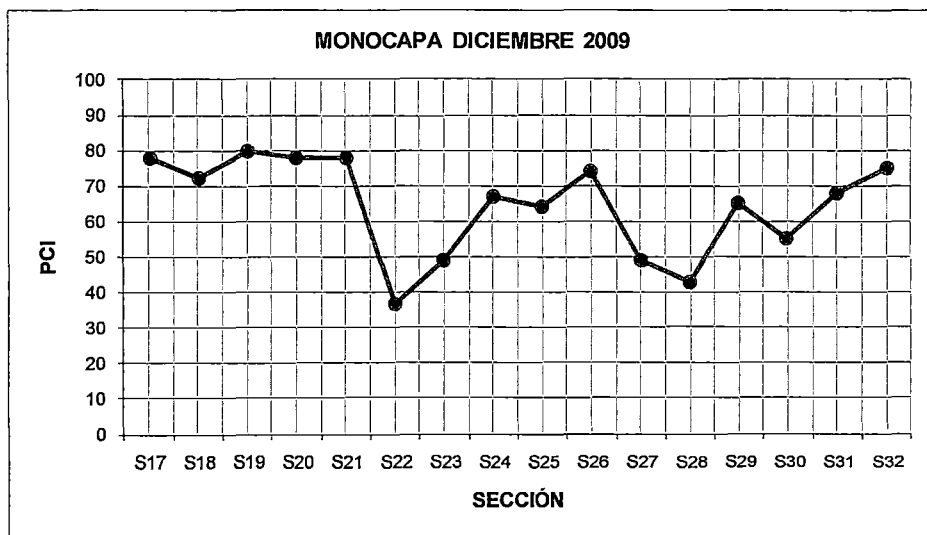


Figura 4.14: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Diciembre 2009)¹⁰⁶.

¹⁰⁶ Elaboración propia.

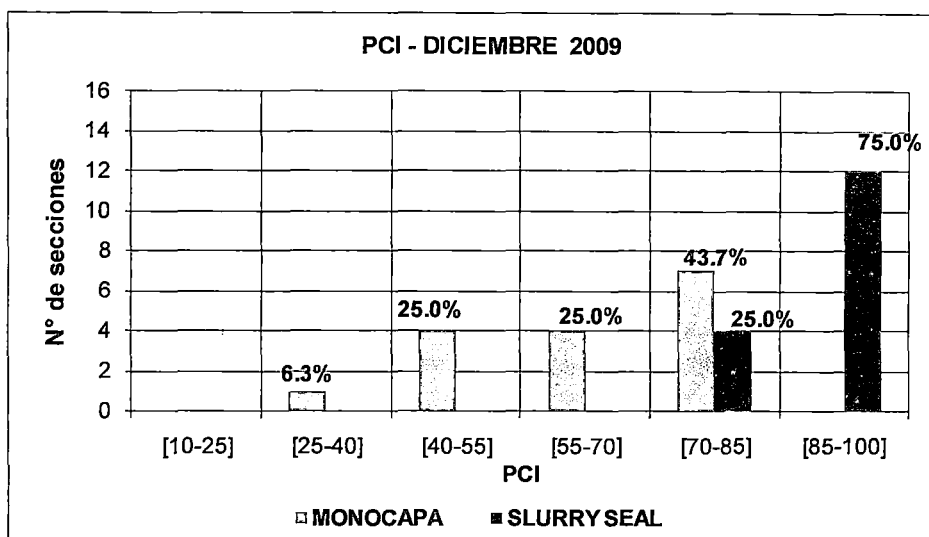


Figura 4.15: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Diciembre 2009)¹⁰⁷.

Variable	Media	Error típico	Mediana	Moda	Desv. estándar	Varianza	Curtosis	Coef. asimetría	Rango	Mín.	Máx.
PCI en secciones con Slurry seal	86.88	1.14	87.50	88.00	4.54	20.65	1.37	-1.15	16.00	77.00	93.00
PCI en secciones con Monocapa	64.50	3.45	67.50	78.00	13.79	190.13	-0.70	-0.74	43.00	37.00	80.00

Cuadro 4.9: Cuadro de parámetros estadísticos de PCI en las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Diciembre 2009)¹⁰⁷.

- En las secciones con Slurry Seal se observa que disminuyó considerablemente la cantidad de secciones que presentaban una condición EXCELENTE, solo un 75 % frente al 100% de la evaluación anterior; el 25 % restante de secciones presentan una condición MUY BUENA.
- En las secciones con tratamiento superficial Monocapa se observa la aparición de secciones que presentan una condición de pavimento considerado como MALO, estas representan el 6.3%; un 25 % presenta una condición REGULAR, un 25% una condición BUENA y un 43.7% una condición MUY BUENA .

¹⁰⁷ Elaboración propia.

e) Quinta evaluación :

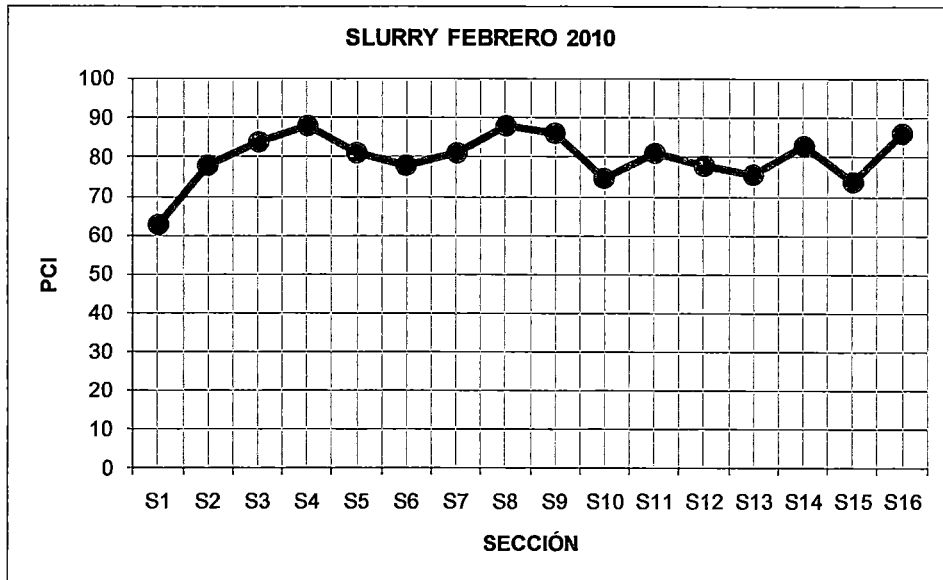


Figura 4.16: PCI de las secciones con Slurry seal (Febrero 2010)¹⁰⁸.

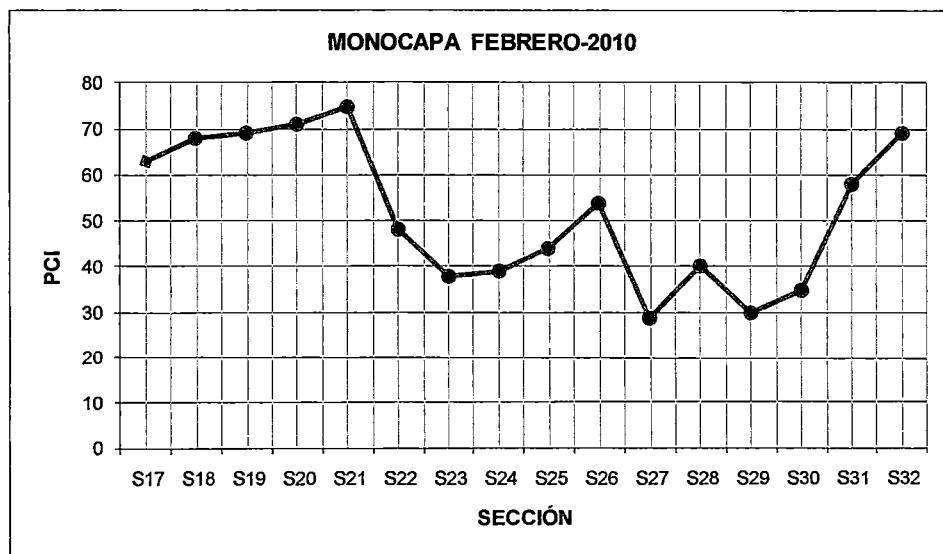


Figura 4.17: PCI de las secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Febrero 2010)¹⁰⁸.

¹⁰⁸ Elaboración propia.

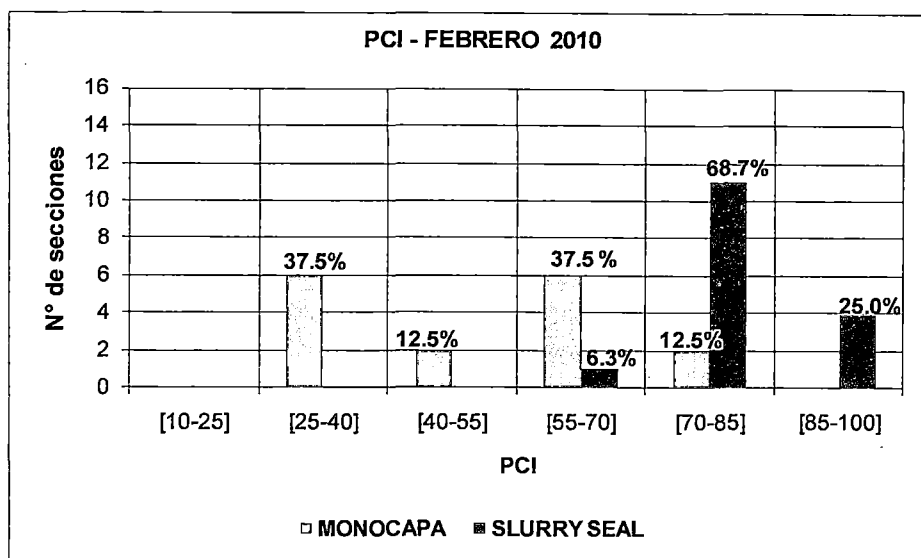


Figura 4.18: Distribución de frecuencias de secciones en cada rango de PCI (Febrero 2010)¹⁰⁹.

Variable	Media	Error típico	Mediana	Moda	Desv. estándar	Varianza	Curtosis	Coef. asimetría	Rango	Mín.	Máx.
PCI en secciones con Slurry seal	80.00	1.59	81.00	78.00	6.36	40.40	2.20	-1.13	25.00	63.00	88.00
PCI en secciones con Monocapa	51.88	3.97	51.00	69.00	15.87	251.72	-1.59	0.02	46.00	29.00	75.00

Cuadro 4.10: Cuadro de parámetros estadísticos de PCI en secciones con Tratamiento superficial Monocapa (Febrero 2010)¹⁰⁹.

- Las secciones de pavimento básico con mortero asfáltico Slurry seal, presentan en la última evaluación realizada después de 8 meses de su construcción, el 6.3 % de secciones tienen una condición BUENA, el 68.7% una condición MUY BUENA y solo un 25% una condición EXCELENTE.
- Las secciones con tratamiento superficial Monocapa presentan valores de PCI distribuidos en casi todos los rangos de PCI, se puede apreciar que se incrementaron las secciones con una condición calificada como MALA.

¹⁰⁹ Elaboración propia.

4.4 MEDICION DEL INDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD EN LOS TRAMOS DE ESTUDIO

4.4.1 Metodología y equipos

La evaluación de la irregularidad longitudinal del pavimento fue realizada a través de levantamientos realizados con el perfilómetro MERLIN.

La evolución de la irregularidad en las secciones monitoreadas, fue realizada con la ayuda de los levantamientos realizados por la Oficina de Proyectos y Obras de la Facultad de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Ingeniería.

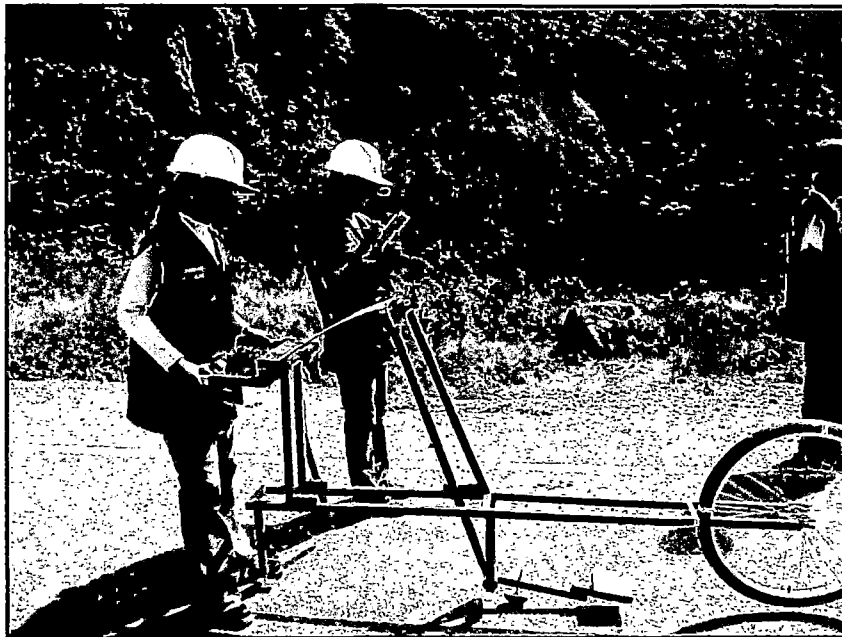


Foto N° 4.23: Medición del IRI (Febrero 2010)¹¹⁰

La rugosidad o regularidad superficial para cada sección de pavimento, se controló calculando el parámetro denominado IRI Característico, el cuál es definido por la siguiente expresión:

$$IRI_c = IRI_p + 1.645\sigma$$

Donde:

IRI_c: IRI característico

IRI_p: IRI promedio

σ : Desviación estándar

¹¹⁰ Fotografía de propiedad de la autora, medición de IRI febrero 2010

De acuerdo al factor de correlación empleado ($K=1.645$), se cumplirá que el 95% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor al IRI característico.

Para evaluar la serviciabilidad de las secciones de evaluación, se empleó el parámetro denominado Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), el cual establece la condición funcional o capacidad de servicio actual del pavimento.

El Índice de Serviciabilidad Presente se calculó según la expresión desarrollada por SAYERS M.W., 1986 y tiene la siguiente forma:

$$R = 5.5 \text{ LN} \left(\frac{5.0}{\text{PSI}} \right) \pm 25\% , \text{ para } R < 12$$

Donde: R= Rugosidad en IRI

PSI= Índice de Serviciabilidad Presente

4.4.2 Ubicación de las unidades de muestreo

Los levantamientos de campo se realizaron en el área de estudio entre las progresivas Km. 73 +000 - Km. 84 + 000. Debido a que el IRI involucra la diferencia entre el perfil longitudinal teórico y el perfil longitudinal existente, es un hecho que la presencia de ciertas singularidades pueden afectar la medición del IRI, por ello se tuvo especial cuidado en seleccionar tramos sin presencia de cualquier alteración del perfil longitudinal del camino que no provenga de fallas y que incremente el valor del IRI inadecuadamente, entre ellas se pueden citar puentes, badenes, gibas, etc.

4.4.3 Análisis de resultados Obtenidos

Se evaluó los resultados obtenidos de dos mediciones del Índice de Regularidad Internacional, la primera en Junio del 2009 y la última en Febrero del 2010; el resumen de los resultados se muestra en los cuadros 4.11 y 4.12.

CODIGO	Secciones de Control			Lado Der. IRI (promedio)	Tratamiento superficial
	P. INICIAL	-	P. FINAL	m/Km	
SL1-09	74+400	-	74+800	3.51	Slurry Seal
SL2-09	75+000	Ã	75+400	3.57	
SL3-09	76+300	-	76+700	3.51	
SL4-09	77+200	-	77+600	3.18	
SL5-09	78+050		78+450	2.84	
MO1-09	79+500	-	79+900	4.64	Monocapa
MO2-09	79+900	-	80+300	3.51	
MO3-09	80+300	-	80+700	3.49	
MO4-09	80+700	-	81+100	3.74	
MO5-09	82+300	-	82+700	3.51	
MO6-09	84+000	-	84+400	5.05	

Cuadro 4.11: Resultados de medición del IRI en secciones con Monocapa y Slurry seal (Junio 2009)¹¹¹.

CODIGO	Secciones de Control			Lado Der. IRI (promedio)	Tratamiento superficial
	P. INICIAL	-	P. FINAL	m/Km	
SL6-10	73+600		74+000	3.49	Slurry Seal
SL7-10	74+000		74+400	4.31	
SL8-10	74+400		74+800	3.7	
SL9-10	74+800		75+200	3.9	
SL10-10	75+200		75+600	3.2	
SL11-10	75+600		76+000	3.49	
SL12-10	76+000		76+400	3.67	
SL13-10	76+400		76+800	3.63	
SL14-10	76+800		77+200	3.54	
SL15-10	77+200		77+600	3.74	
SL16-10	77+900		78+300	-	
SL17-10	78+300		78+700	-	
MO7-10	79+000		79+400	5.36	Monocapa
MO8-10	79+300		79+700	5.47	
MO9-10	79+700		80+100	5.25	
MO10-10	80+100		80+500	4.34	
MO11-10	80+500		80+900	4.86	

¹¹¹ Elaboración propia a partir de datos Anexo 3.

CODIGO	Secciones de Control			Lado Der. IRI (promedio)	Tratamiento superficial
	P. INICIAL	-	P. FINAL	m/Km	
MO12-10	80+900		81+300	4.21	
MO13-10	□1+300		81+700	4.88	
MO14-10	81+700		82+100	4.9	
MO15-10	82+100		82+500	3.9	
MO16-10	82+500		82+900	4.02	
MO17-10	83+000		83+400	4	
MO18-10	83+400		83+800	4.84	
MO19-10	83+800		84+200	4.09	

Cuadro 4.12: Resultados de medición del IRI en secciones con Monocapa y Slurry seal (Febrero 2010)¹¹².

a) PRIMERA MEDICION DEL IRI:

La primera medición del Índice de Regularidad Internacional se realizó en Junio del 2009, esta medición solo pudo realizarse en la huella derecha, debido a dificultades de instrumentación, por lo tanto solo se evaluó la evolución del deterioro en el lado derecho.

Secciones	IRI (m/Km) promedio	Desv. estándar	IRI (m/Km) característico	IRI (m/Km) Mínimo	IRI (m/Km) Máximo	PSI
Slurry Seal	3.32	0.31	3.83	2.84	3.57	2.49
Monocapa	3.99	0.68	5.11	3.49	5.05	1.97

Cuadro 4.13: Cuadro de parámetros estadísticos del IRI en las secciones evaluadas (Junio 2009)¹¹².

¹¹² Elaboración propia.

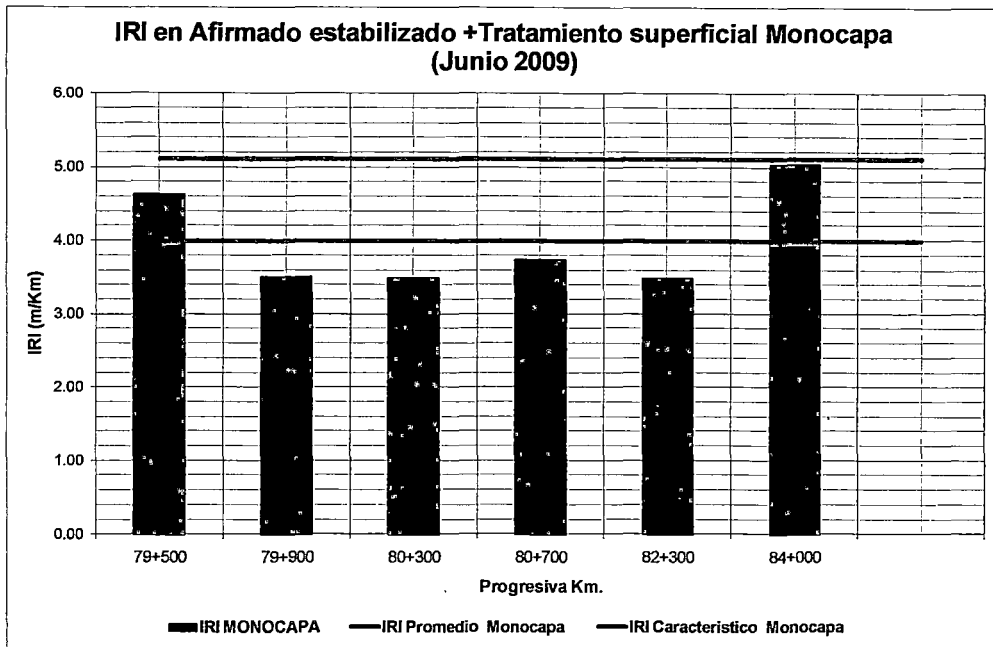


Figura 4.19: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Tratamiento Superficial Monocapa (Junio 2009)¹¹³.

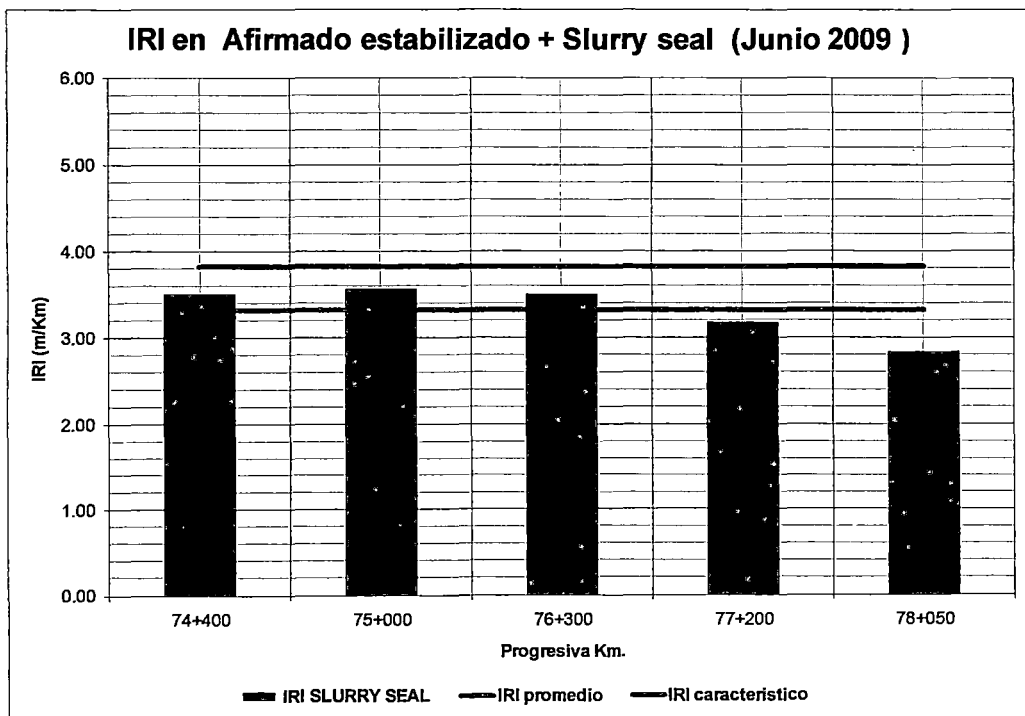


Figura 4.20: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Slurry Seal (Junio 2009)¹¹³.

¹¹³ Elaboración propia.

De acuerdo a los datos tabulados y mostrados en la figura 4.19 y cuadro 4.20, se tiene que el valor del IRI promedio para las secciones con tratamiento superficial Monocapa es de 3.99 m/Km, un valor máximo de 5.05m/Km. y un valor mínimo de 3.49 m/Km. Asimismo el IRI característico, valor utilizado para controlar la rugosidad del conjunto de pavimento, es igual a 5.11m/Km. se cumplirá que el 95% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor al IRI característico. El nivel de Serviciabilidad de las secciones con Tratamiento Superficial Monocapa es igual a 1.97, que correspondería a una condición MALA de serviciabilidad.

En cuanto a la irregularidad de los sectores con recubrimiento Slurry Seal los valores de IRI se encuentran por debajo de 3.6 m/Km. En la primera evaluación se realizó la medición del IRI en solo 5 secciones, estos datos se muestran en la Figura 4.20, se observa que el valor del IRI promedio para las secciones con Slurry seal es de 3.32 m/Km, un valor máximo de 3.57 m/Km. y un valor mínimo de 2.84 m/Km. De acuerdo a estos valores del IRI, se tiene un nivel de serviciabilidad promedio de 2.49, el cual corresponde a una condición REGULAR de serviciabilidad.

b) SEGUNDA MEDICION DEL IRI:

La segunda medición del Índice de Regularidad Internacional se realizó en Febrero del 2010, después de 8 meses de la primera medición.

Secciones	IRI (m/Km) promedio	Desv. estándar	IRI (m/Km) característico	IRI (m/Km) Mínimo	IRI (m/Km) Máximo	PSI
Slurry Seal	3.66	0.29	4.10	3.20	4.31	2.37
Tratamiento superficial Monocapa	4.62	0.55	5.50	3.90	5.47	1.84

Cuadro 4.14: Cuadro de parámetros estadísticos del IRI en las secciones evaluadas (Febrero 2010)¹¹⁴.

¹¹⁴ Elaboración propia.

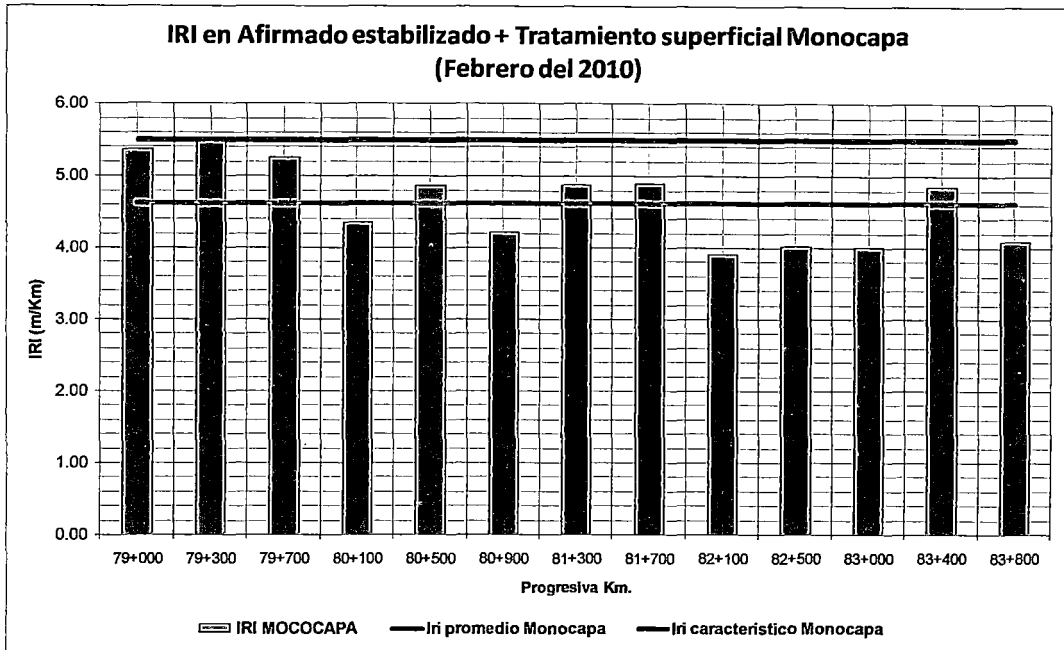


Figura 4.21: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Tratamiento Superficial Monocapa (Febrero 2010)¹¹⁵.

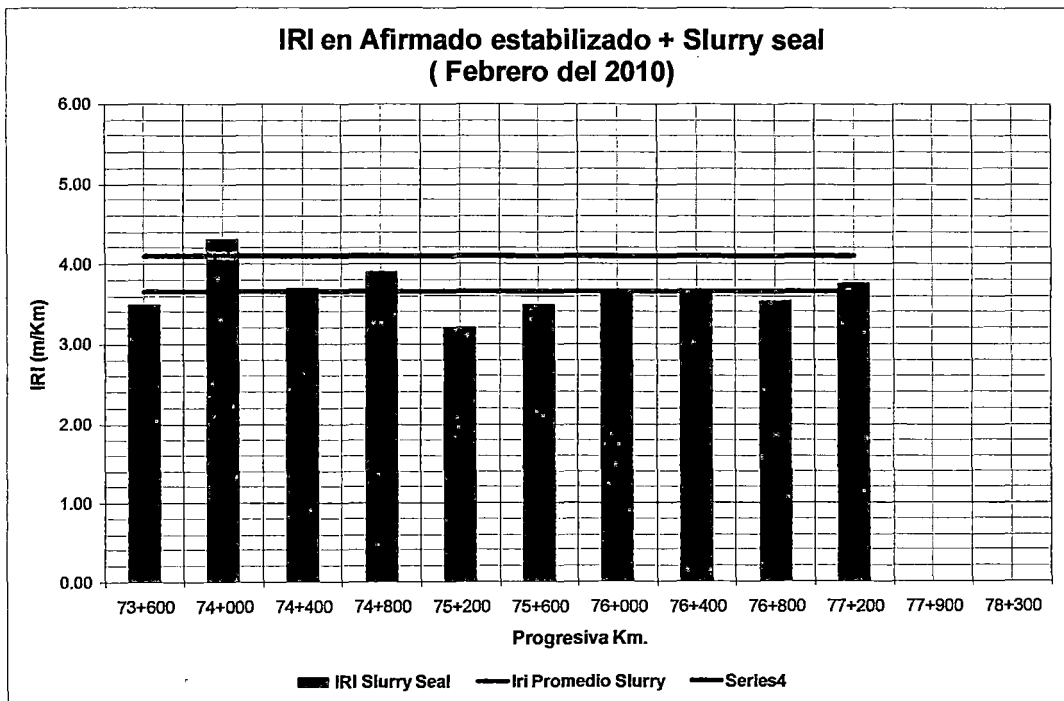


Figura 4.22: Valores del Índice Internacional de Rugosidad en el tramo de vía con afirmado estabilizado y Slurry Seal (Febrero 2010)¹¹⁵.

¹¹⁵ Elaboración propia.

De acuerdo a los datos tabulados y mostrados en la figura 4.21, se tiene que el valor del IRI promedio para las secciones con tratamiento superficial Monocapa es de 4.62 m/Km, un valor máximo de 5.47 m/Km. y un valor mínimo de 3.90 m/Km. La Serviciabilidad de las secciones con Monocapa disminuyó en 6.8%, siendo igual a 1.84, la condición de serviciabilidad se mantuvo en MALA.

En los datos que se muestran en la Figura 4.22, se observa que el valor del IRI promedio para las secciones con Slurry Seal es de 3.66 m/Km, un valor máximo de 4.31 m/Km. y un valor mínimo de 3.20 m/Km. La serviciabilidad de las secciones es igual a 2.37, disminuyo en 4.8 % respecto a la primera medición, pero todavía corresponde a una condición REGULAR de serviciabilidad.

4.5 COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES: MORTERO ASFALTICO Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

La comparación del desempeño de los tratamientos superficiales como capas de rodadura de los pavimentos básicos se realizó en secciones homogéneas según su condición estructural y condición funcional (IRI).

4.5.1 Condición del pavimento PCI

Se determinó las tendencias de evolución del deterioro en secciones con las mismas características de tráfico, clima, estructura del pavimento, drenaje y deflexiones al inicio y termino de la evaluación; por lo tanto el nivel de deterioro de los pavimentos en estas secciones, es influenciado por la capacidad de sus recubrimientos de preservar las condiciones iniciales del afirmado estabilizado, es decir dependerá de su capacidad de impermeabilizar la superficie del pavimento ante agua, capacidad de adherencia entre otras.

Sector Homogéneo	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA		Deflexión característica 2010 (mm) Huella der.	Deflexión característica 2010 (mm) Huella Izq.
	SLURRY SEAL	MONOCAPA		
I	72 +700 -73+900	83+400 -83+800	0.81	0.45
II	76+100 -76+500	82+600 -83+000	0.44	0.39
III	76+800 -77+700	79+000 -79+300	0.46	0.44

Cuadro 4.15: Cuadro de secciones homogéneas por capacidad estructural¹¹⁶.

Slurry seal		Monocapa	
Sector Homogéneo	Secciones de control	Tramo Homogéneo	Secciones de control
72 + 700 al 73+900	S1, S2	83+400 al 83+800	S31
76+100 al 76+500	S10	82+600 al 83+000	S29
76+800 al 77+700	S12, S13	79+000 al 79+300	S18

Cuadro 4.16: Secciones de control para comparación de PCIs¹¹⁶.

- Tramo Homogéneo I

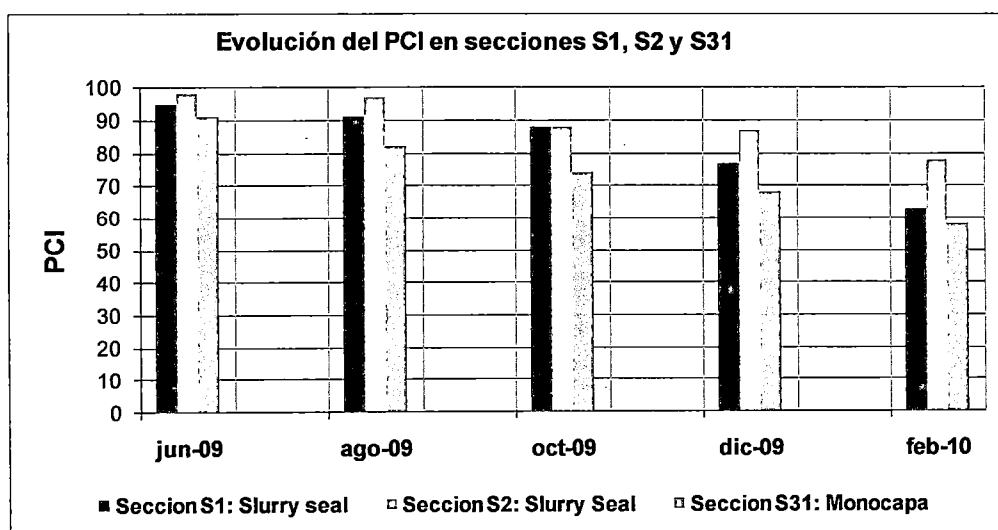


Figura 4.23: Evolución del PCI en secciones homogéneas según resistencia estructural S1, S2 y S31¹¹⁶.

¹¹⁶ Elaboración propia.

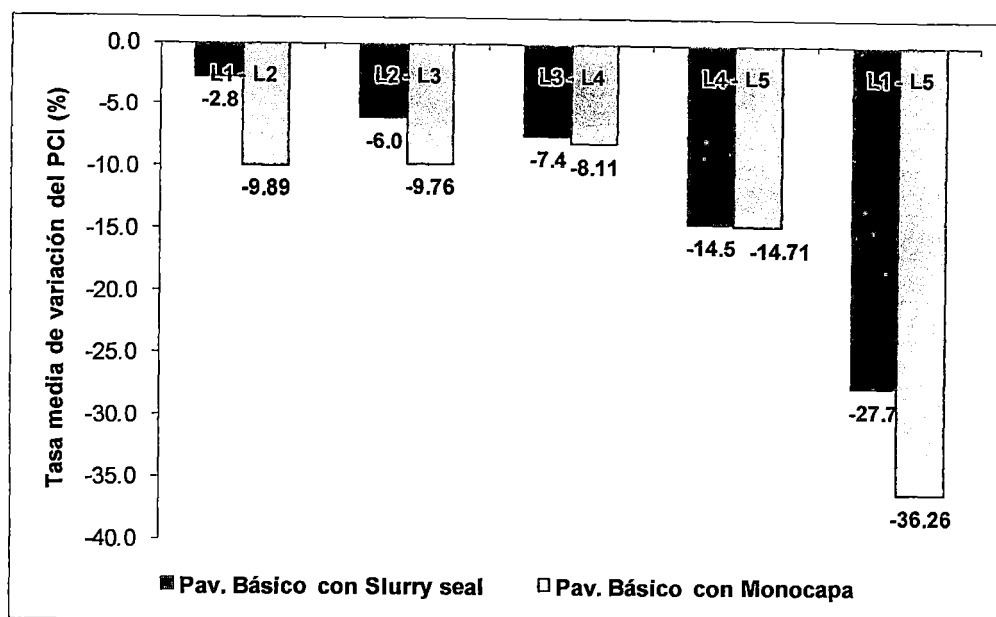


Figura 4.24: Tasa media de variación de PCI en secciones S1, S2 y S31¹¹⁷.

En este primer grupo de secciones se observa que al inicio de las evaluaciones, el valor del PCI para todas las secciones de pavimento se encuentra en condición EXCELENTE, a nivel numérico el valor del PCI de las secciones con recubrimiento mortero asfáltico se encuentra unos puntos por encima de las secciones con Monocapa. En el transcurrir de las evaluaciones, el valor de PCI de la sección con Monocapa disminuyó rápidamente, es decir los deterioros se incrementaron apresuradamente, para el final de las evaluaciones el PCI de la sección disminuyó en 36.26%; todo lo contrario al pavimento con Slurry seal, donde la condición del pavimento disminuyó lentamente hasta un 27.7 % respecto de su condición inicial.

En las figuras 4.25, 4.26 y 4.27 se muestran los tipos de fallas encontrados en las secciones S1, S2 y S31. Se puede observar que las fallas que se presentan en las secciones de pavimento con Slurry seal son huecos, grieta de borde, fisuras, desprendimiento del agregado; en el caso del pavimento con TSS simplemente se presentaron fallas tipo grieta de borde, parches y huecos.

Según la figura 4.27 la sección con tratamiento superficial Monocapa (S31) presenta mayoritariamente fallas tipo parches siendo el área afectada de 2.58%; en el caso del pavimento con superficie de rodadura tipo mortero asfáltico se observa que los parches representan el 0.8 % del área evaluada, esto nos indica

¹¹⁷ Elaboración propia.

que para mantener la vía en óptimas condiciones de transitabilidad es necesaria una mayor inversión en el caso de los pavimentos básicos con TSS.

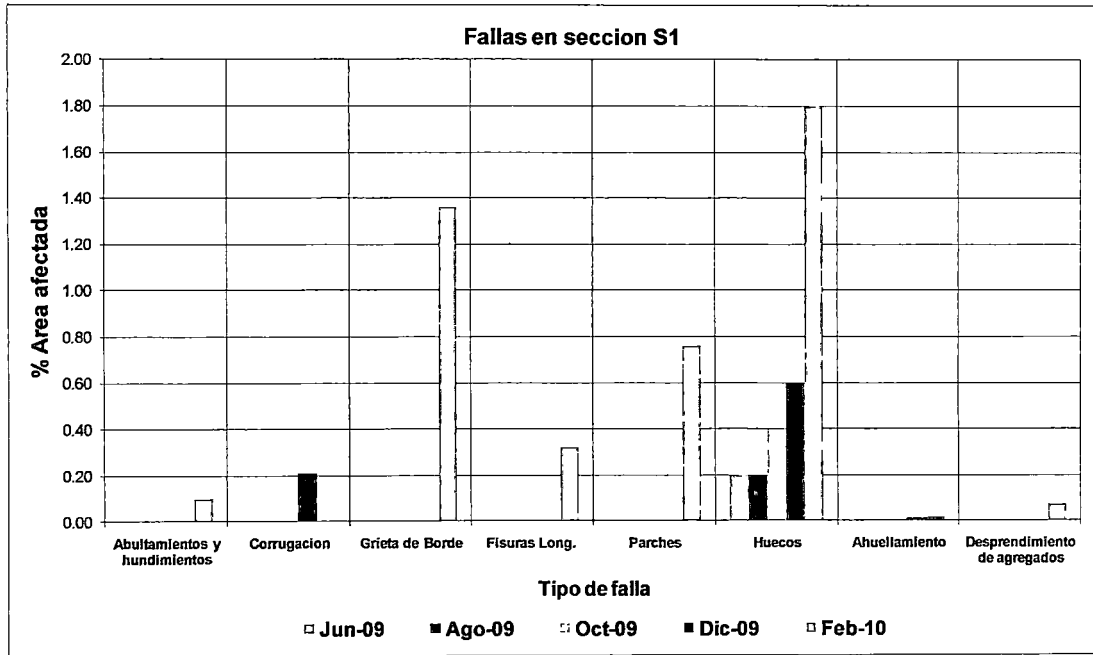


Figura 4.25: Tipos de fallas en sección S1: Pavimento básico con superficie de rodadura Slurry seal¹¹⁸.

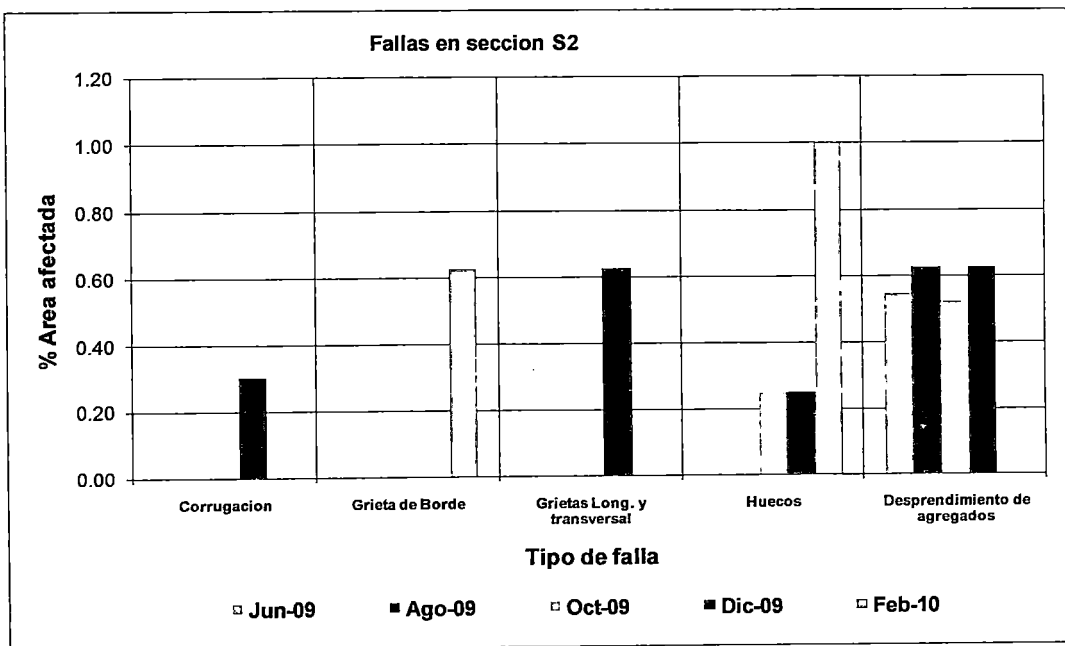


Figura 4.26: Tipos de fallas en sección S2: Pavimento básico con superficie de rodadura Slurry seal¹¹⁸.

¹¹⁸ Elaboración propia.

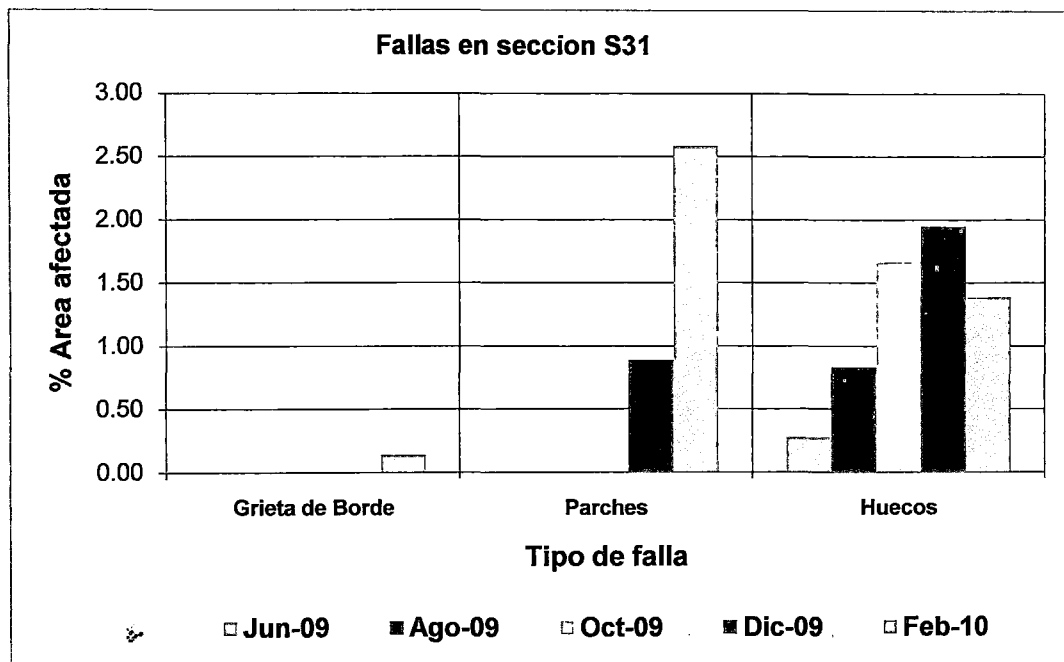


Figura 4.27: Tipos de fallas en sección S31: Pavimento básico con superficie de rodadura TSS¹¹⁹.

- Tramo Homogéneo II

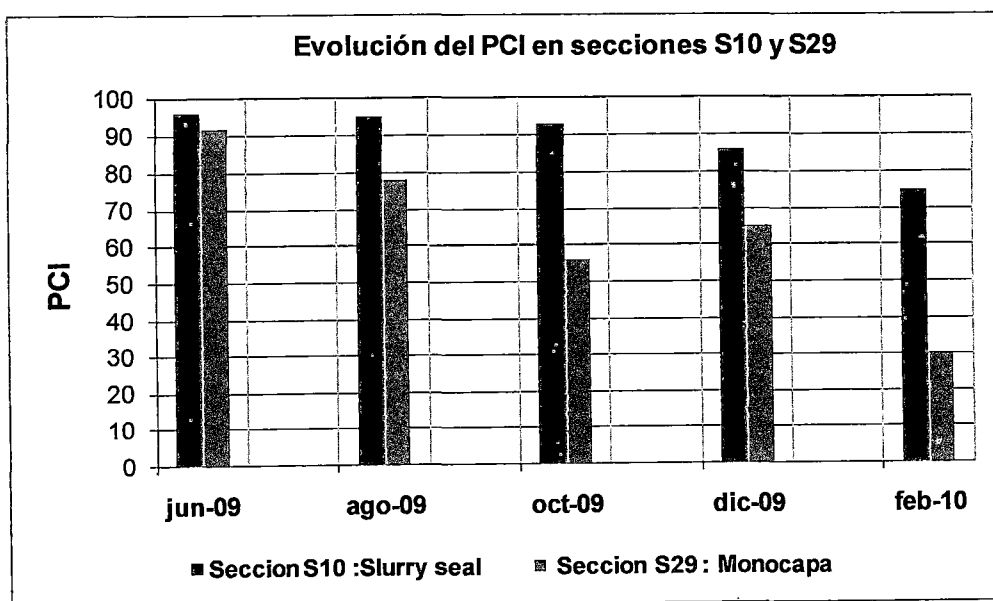


Figura 4.28: Evolución del PCI en secciones homogéneas según resistencia estructural S10 y S29¹¹⁹.

¹¹⁹ Elaboración propia.

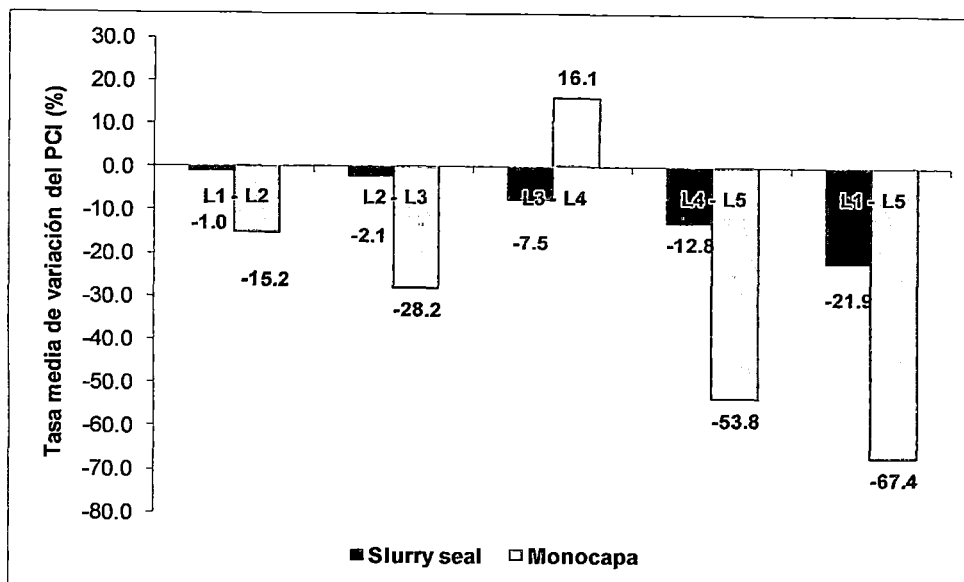


Figura 4.29: Tasa media de variación de PCI en secciones S10 y S29¹²⁰.

El segundo grupo de secciones homogéneas S10 y S29 presentó la misma tendencia de disminución del PCI que el grupo anterior, como se puede observar la evolución del deterioro en el tratamiento superficial Monocapa es mucho más acelerada que en el Pavimento Básico con Slurry seal, fue necesario la realización de mantenimiento rutinario tipo parchado para frenar el avance del deterioro en la sección con Monocapa, es por ello que se observa un incremento del valor de su PCI. Al final de la evaluación se tiene que el deterioro de la condición de la sección S10 respecto al inicio fue de 21.9%, mientras que el deterioro de la sección S29 fue de 67.4% a pesar de la realización de mantenimiento.

En la figura 4.30 se observa que la sección de pavimento con superficie de rodadura tipo Slurry seal presenta deterioros tipos exudación, abultamientos y hundimientos, grieta de borde y desprendimiento del agregado en la superficie, siendo este ultimo el tipo de falla predominante. En el caso de la sección S29 (pavimento básico con TSS), Figura 4.31, presenta fallas tipo exudación, desprendimiento de agregados, ahuellamientos, parches, huecos, siendo los huecos las fallas predominantes. Comparando las figuras 4.30 y 4.31, se puede observar que en el caso de la sección con TSS fue necesario realizar mantenimiento rutinario tipo bacheo para frenar el deterioro del pavimento y mejorar su condición.

¹²⁰ Elaboración propia.

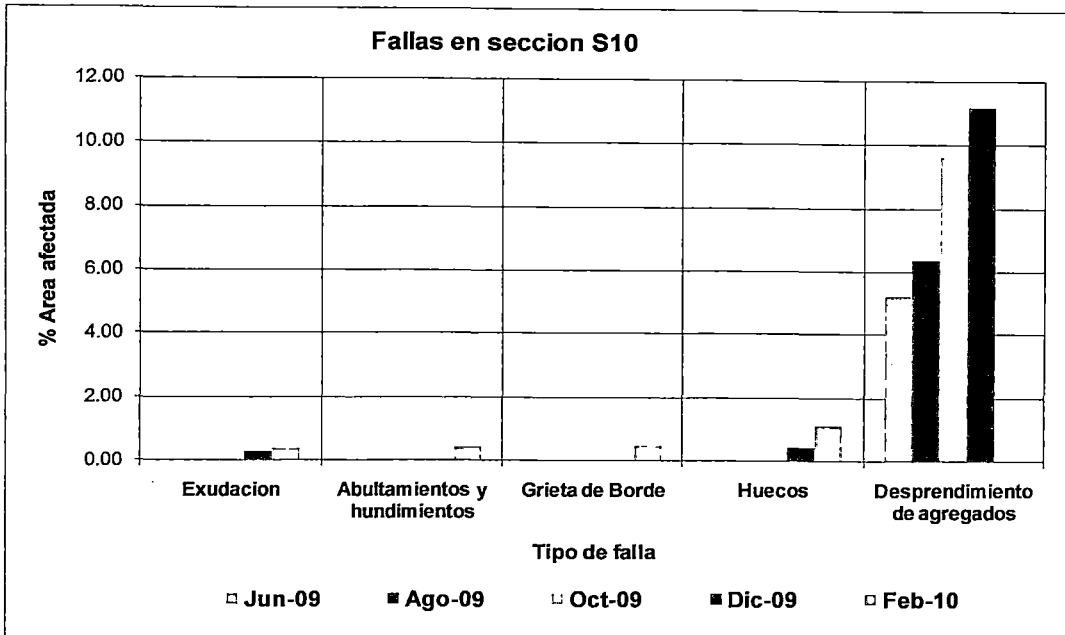


Figura 4.30: Tipos de fallas en sección S10: Pavimento básico con superficie de rodadura Slurry seal¹²¹.

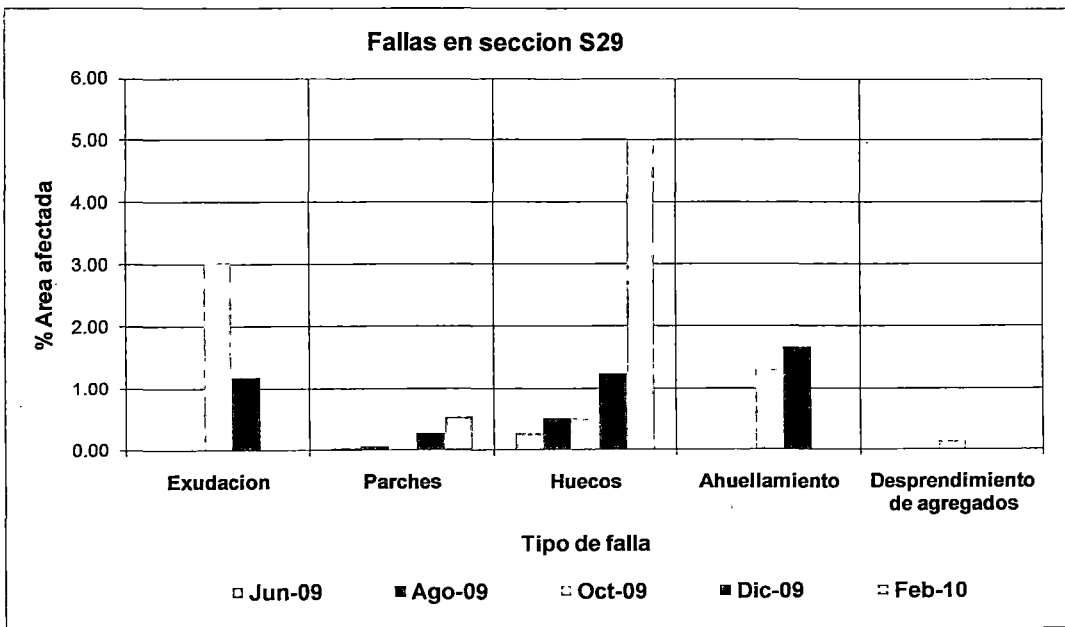


Figura 4.31: Tipos de fallas en sección S29: Pavimento básico con superficie de rodadura TSS¹²¹.

¹²¹ Elaboración propia.

• Tramo Homogéneo III

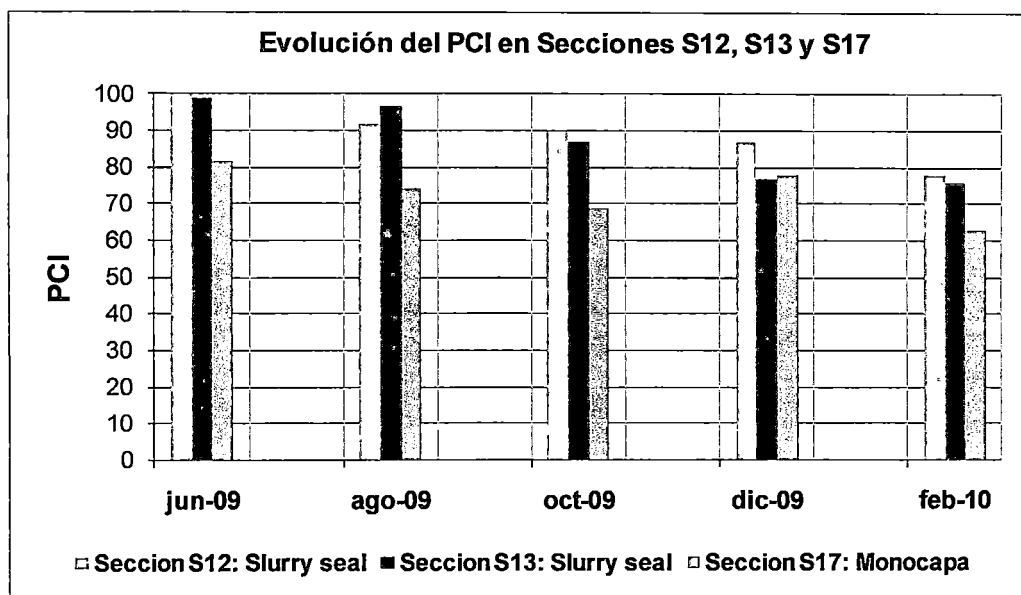


Figura 4.32: Evolución del PCI en secciones homogéneas según resistencia estructural S12, S13 y S17¹²².

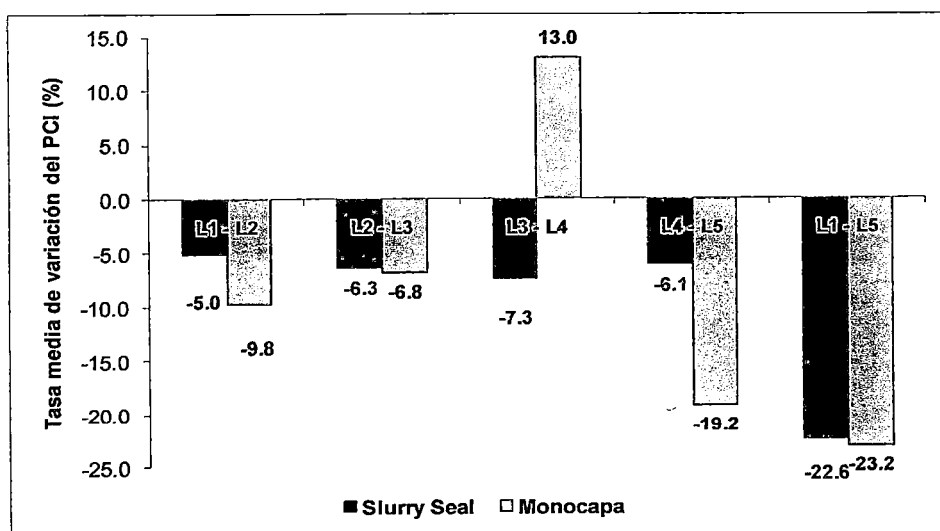


Figura 4.33: Tasa media de variación de PCI en secciones S12, S13 y S17¹²².

En el tercer grupo de secciones evaluadas se observa que la condición de las secciones con Slurry seal S12 y S13 disminuyen a una tasa promedio de 6.2%, el comportamiento de la sección con Monocapa en los primeros 3 meses presenta una disminución progresiva de su condición a una tasa promedio de

¹²² Elaboración propia.

8.3%, entre octubre y diciembre se realizan trabajos de mantenimiento rutinario tipo parches incrementando su condición en 13 % respecto a evaluación anterior. Al final de las evaluaciones se tiene que las secciones de pavimento con Slurry seal presentaron un disminución del 22.6 % de su condición de pavimento, mientras que las secciones con Monocapa presentaron una disminución de 23.2 % previa realización de mantenimiento.

Las figuras 4.34 y 4.35 muestran las fallas que se presentaron en las secciones S12 y S13, en ellas se observa la presencia de las fallas típicas en las secciones anteriores, además de ahuellamientos y parches; el área afectada por la actividad de parchado es mínima representando solo el 0.1 %.

En la figura 4.36 se observa los tipos de fallas de la sección S17 (pavimento básico con TSS), los huecos son las fallas que más afectan a la sección, se evidencia la actividad de mantenimiento periódico a través del parchado.

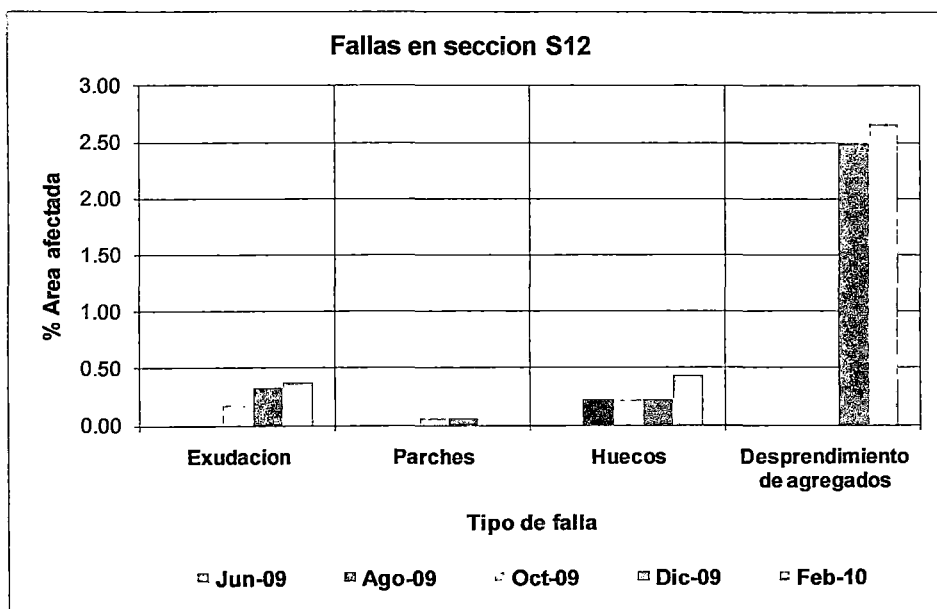


Figura 4.34: Tipos de fallas en sección S12: Pavimento básico con superficie de rodadura mortero asfáltico¹²³.

¹²³ Elaboración propia.

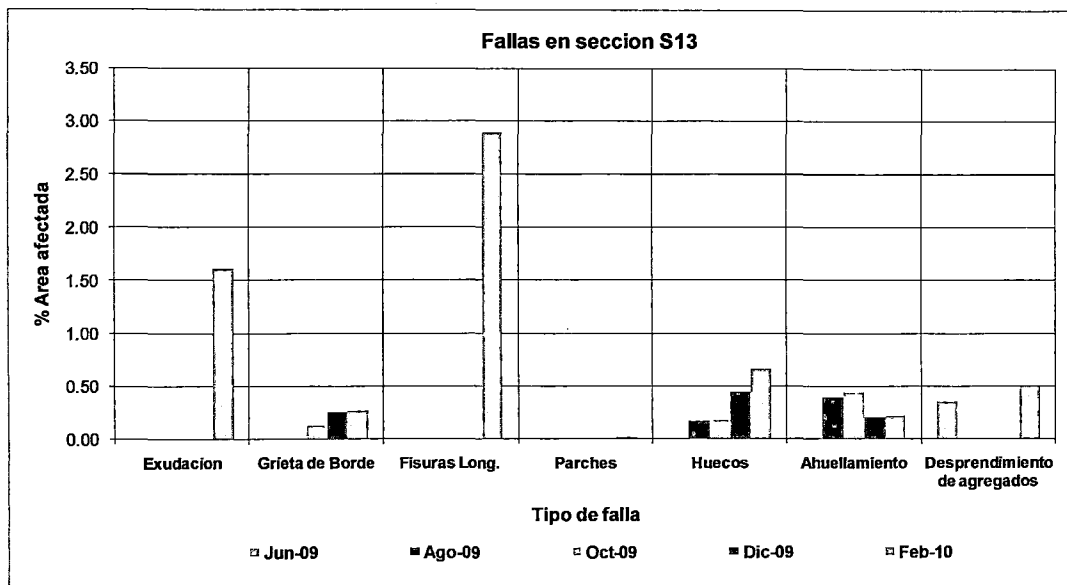


Figura 4.35: Tipos de fallas en sección S13: Pavimento básico con superficie de rodadura mortero asfáltico¹²⁴.

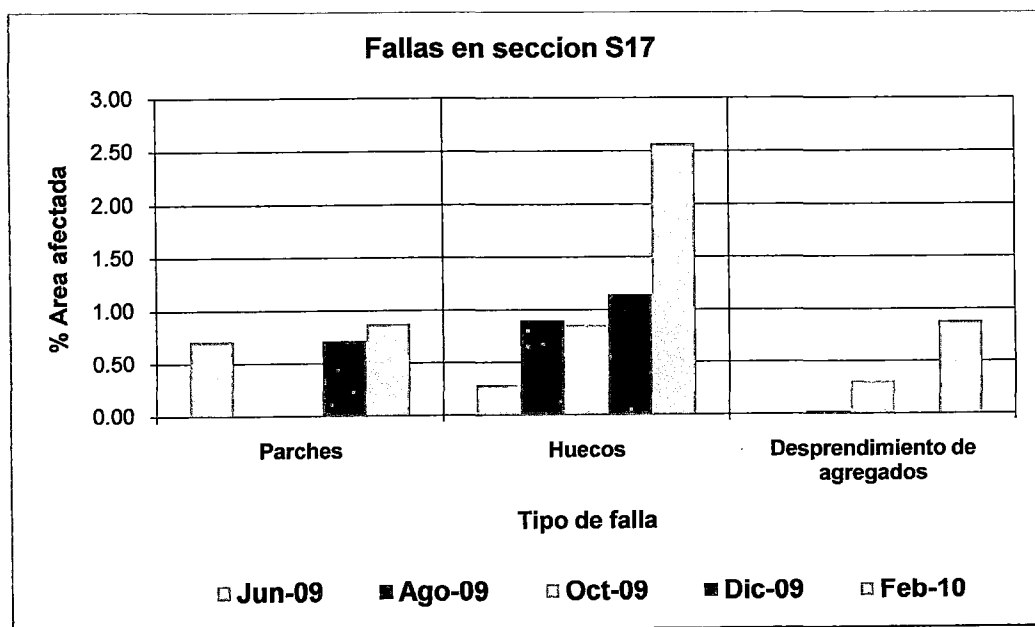


Figura 4.36: Tipos de fallas en sección S17: Pavimento básico con superficie de rodadura TSS¹²⁴.

Producto del análisis del comportamiento de las secciones S1, S2, S10, S12, S13, S17, S29 y S31 se puede concluir que existe una tendencia muy marcada de mejor comportamiento referente a la preservación del PCI de las secciones

¹²⁴ Elaboración propia.

con recubrimiento tipo Slurry seal respecto a las secciones de pavimento con TSS Monocapa.

4.5.2 Índice de Rugosidad Internacional

Es necesario recalcar que el IRI es una medida indirecta de la condición superficial, principalmente de aquellos deterioros que tienen influencia en la regularidad de la superficie, por lo tanto los tramos homogéneos definidos a partir de este índice son apropiados para ser evaluados y establecer su condición superficial. Para cada tramo homogéneo, definido con base en los valores de IRI, se calculó el valor del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) y se le agregó la descripción cualitativa de la superficie de ruedo.

Secciones de Control		IRI (m/Km)		PSI		PCI		Deflexión Característica (mm)
		Jun-09	Feb-10	Jun-09	Feb-10	Jun-09	Feb-10	
Slurry Seal	74+400 -74 +800	3.51	3.7	2.64	2.55	98	82	1.04
	76+300 -76+700	3.51	3.63	2.64	2.58	98	81	1.06
Monocapa	79+900 - 80+300	3.51	4.34	2.64	2.27	92	72	0.72
	82+300 - 82+700	3.51	3.9	2.64	2.46	91	33	0.74

Cuadro 4.17: Cuadro de secciones homogéneas según IRI¹²⁵

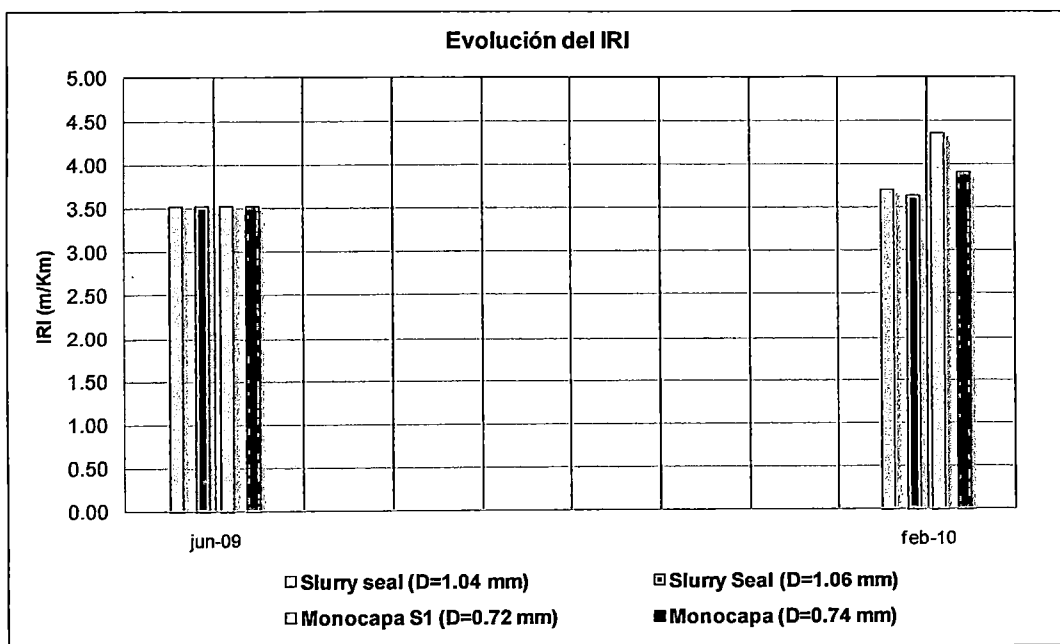


Figura 4.37: Evolución del IRI en secciones con valor de IRI inicial = 3.5 m/Km.

¹²⁵ Elaboración propia.

El cuadro 4.25, presenta la evolución de la serviciabilidad en secciones con IRI inicial homogéneo, el IRI de las secciones con tratamiento superficial Monocapa se incrementó en un promedio de 17.35%, lo que significa una disminución del 10% de su serviciabilidad, mientras que en las secciones con Slurry seal el IRI se incrementó en 4.40%, disminuyendo en 2.9% su serviciabilidad; esto último a pesar que las secciones con Monocapa presentan valores menores de deflexión característica (mejor resistencia estructural).

4.6 APORTE: ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO QUE BRINDA EL PAVIMENTO BASICO

Producto de la evaluación realizada a 10 Kilómetros de pavimento básico se pudo realizar un análisis de la calidad de servicio que brinda el pavimento básico a lo largo de 8 meses de vida útil, teniendo en cuenta sus propias limitaciones estructurales y constructivas.

- **Evolución de la Condición del pavimento (PCI)**

El cálculo del PCI para cada uno de los tramos de Pavimento Básico a partir de las unidades de muestreo, se realizó de acuerdo a la expresión recomendada en la ASTM D 6433-03 La condición superficial del pavimento básico durante el periodo de evaluación disminuye progresivamente desde una condición EXCELENTE a una condición REGULAR, la tendencia en cuanto a nivel de deterioro de los pavimentos básicos, muestra que el deterioro es más acentuado en los sectores del pavimento donde el recubrimiento es el TSS Monocapa, asimismo se puede observar que las secciones con tratamiento superficial presentan tasas de disminución del deterioro de hasta 42.1% mientras que los pavimentos con Slurry seal, la tasa de disminución del PCI es de 18.9 %.

	PCI del tramo				
	jun-09	ago-09	oct-09	dic-09	feb-10
Slurry seal	98.25	94.94	91.46	86.64	79.66
Monocapa	87.75	78.81	71.63	63.53	50.83

Cuadro 4.18: PCI del pavimento básico según tipo de recubrimiento superficial¹²⁶.

¹²⁶ Elaboración propia.

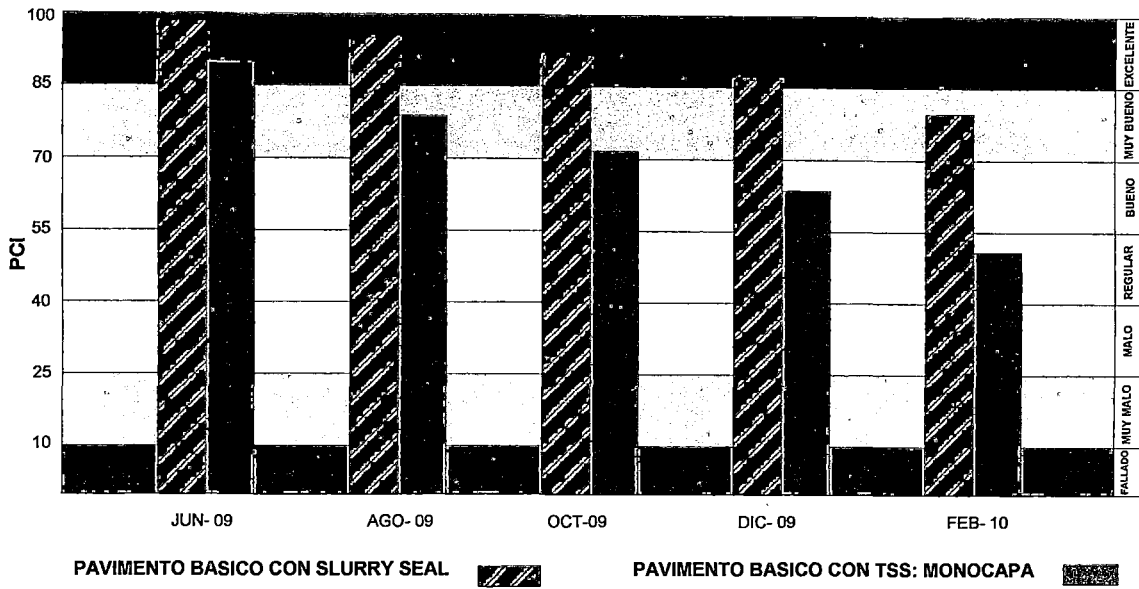


Figura 4.38: Evolución del PCI según tipo de recubrimiento del pavimento básico¹²⁷.

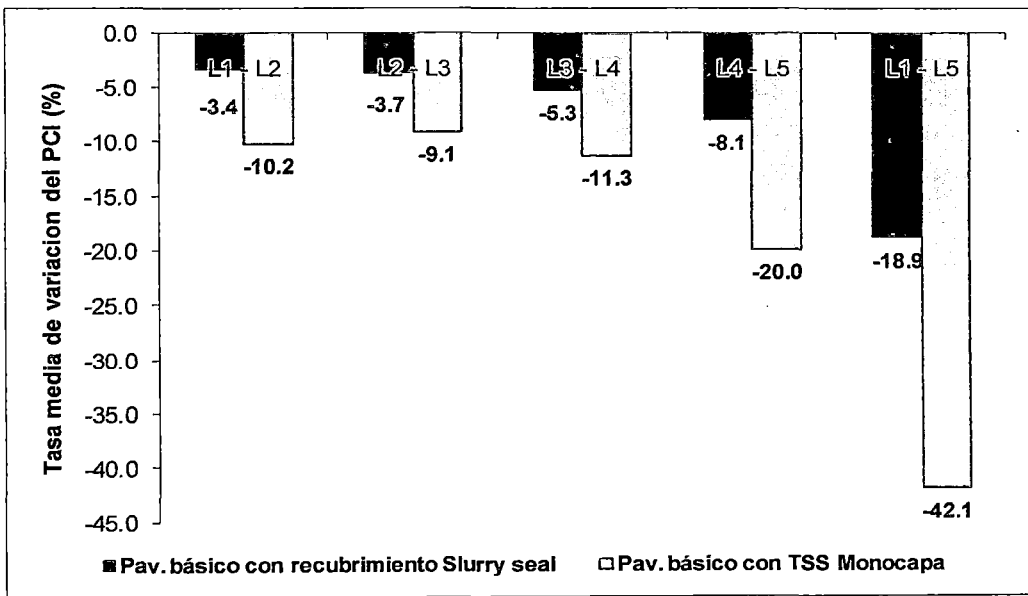


Figura 4.39: Tasa media de variación del PCI, según tipo de recubrimiento del pavimento básico¹²⁷.

¹²⁷ Elaboración propia.

c) Evolución del IRI dentro del tramo de evaluación

El valor de IRI característico en el Pavimento básico con Tratamiento Superficial Monocapa aumentó de 5.11 m/Km a 5.50 m/Km., por lo tanto su serviciabilidad disminuyó en 6.8% de Junio 2009 a Febrero del 2010.

En el tratamiento superficial Slurry seal, en junio del 2009 se tiene un IRI característico de 3.83 m/Km. y en Febrero del 2010 un valor de 4.10 m/Km. esto nos indica que la serviciabilidad disminuyó en 4.81%.

A continuación en las figuras 4.29 y 4.30, se muestra las diferencias que existen entre la primera y la segunda medición para cada tipo de tratamiento superficial.

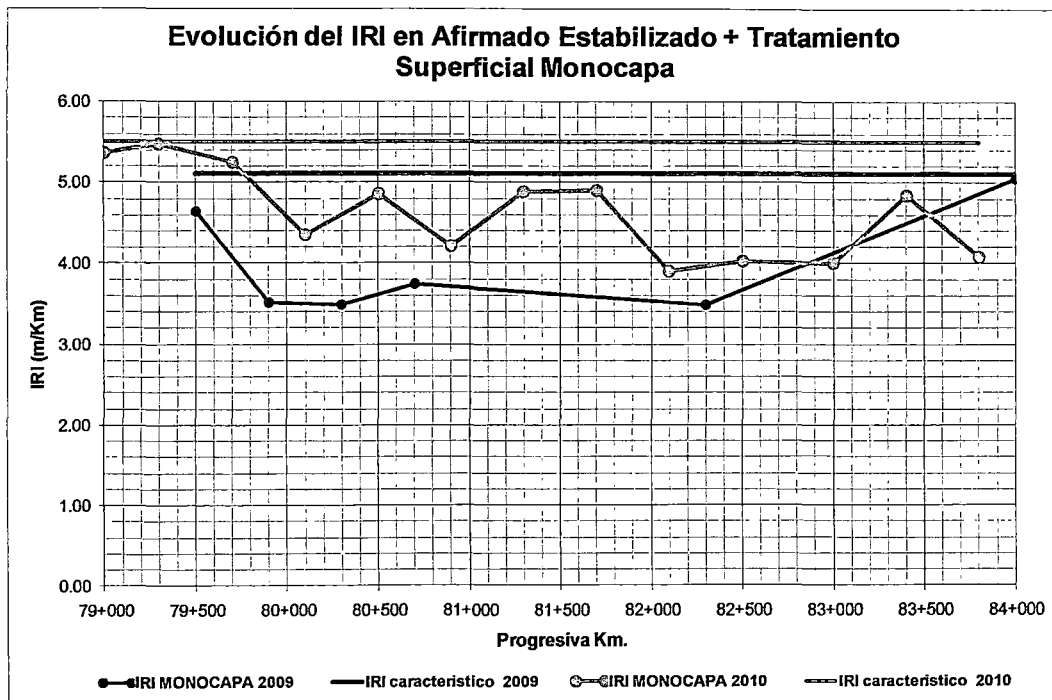


Figura 4.40: Evolución del IRI en el afirmado estabilizado y recubrimiento del tipo tratamiento superficial Monocapa¹²⁸.

¹²⁸ Elaboración propia.

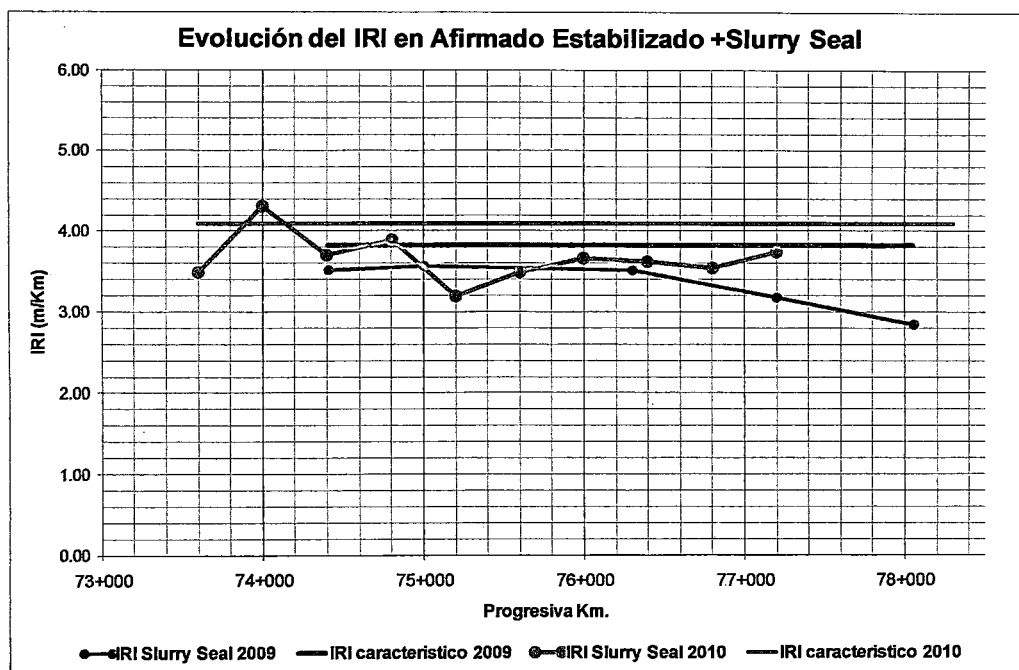


Figura 4.41: Evolución del IRI en el afirmado estabilizado y recubrimiento del tipo Slurry seal¹²⁹.

Tipo de recubrimiento del Pavimento básico	IRI característico 2009	PSI 2009	IRI característico 2010	PSI 2010
Slurry Seal	3.83	2.49	3.70	2.55
Tratamiento superficial Monocapa	5.11	1.97	5.50	1.84

Cuadro 4.19: Evolución del IRI característico en los pavimentos básicos¹²⁹.

Como se observa cuando se analiza todo el tramo en conjunto, la disminución de la serviciabilidad de los pavimentos básicos puede brindarnos una idea del comportamiento del pavimento, pero aun no existe para el caso peruano valores fijados de IRI que definan la calidad del servicio que brinda el pavimento básico.

De acuerdo a los rangos de IRI fijados en el manual de conservación de la Red Vial Nacional del Ministerio (MTC 2007), cuadro 4.20, el estado del pavimento básico, considerando los valores para vías pavimentadas, son REGULAR para el pavimento básico con Slurry Seal y MUY MALO para el caso del pavimento básico con tratamiento superficial Monocapa.

¹²⁹ Elaboración propia.

	Pavimentadas	No pavimentadas
Estado	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	0<IRI<2.8	IRI<6
Regular	2.8<IRI<4.0	6<IRI<8
Malo	4.0<IRI<5.0	8<IRI<10
Muy malo	5<IRI	10<IRI
Fuente: MTC (2007)		

Cuadro 4.20: Estado de vías según IRI¹³⁰

Para proponer una clasificación preliminar del estado de las vías con los pavimentos básicos, se evaluó los resultados de IRI medidos y se relacionó con el PCI obtenido en estos tramos,

CODIGO	Superficie Rodadura	Secciones de Control			IRI (prom)	PSI	PCI	Condición del Pavimento PCI	DRENAJE
		P. INICIA L	-	P. FINAL					
SL1-09	Slurry Seal	74+400	-	74+800	3.51	2.64	96	EXCELENTE	Deficiente
SL2-09		75+000	-	75+400	3.57	2.61	100	EXCELENTE	Deficiente
SL3-09		76+300	-	76+700	3.51	2.64	96	EXCELENTE	-
SL4-09		77+200	-	77+600	3.18	2.80	99	EXCELENTE	-
SL5-09		78+050	-	78+450	2.84	2.98	100	EXCELENTE	-
MO1-09	Monocapa	79+500	-	79+900	4.64	2.15	89	MUY BUENO	-
MO2-09		79+900	-	80+300	3.51	2.64	96	EXCELENTE	-
MO3-09		80+300	-	80+700	3.49	2.65	89	EXCELENTE	-
MO4-09		80+700	-	81+100	3.74	2.53	78	MUY BUENO	-
MO5-09		82+300	-	82+700	3.51	2.64	96	EXCELENTE	Deficiente
MO6-09		84+000	-	84+400	5.05	-	-	-	-

Cuadro 4.21: Resultados de IRI y PCI en los tramos de estudio a Junio del 2009¹³¹.

¹³⁰ MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Estado de las vías según IRI.

<http://www.mtc.gob.pe/estadisticas.htm>, [Consulta: Julio de 2009].

¹³¹ Elaboración propia.

CODIGO	Superficie Rodadura	Secciones de Control			IRI (prom)	PSI	PCI	Condición del Pavimento	DRENAJE	
		P. INICIA L	-	P. FINAL						m/Km
SL6-10	Slurry Seal	73+600		74+000	3.49	2.65	78	MUY BUENO	-	
SL7-10		74+000		74+400	4.31	2.28	86	MUY BUENO	Deficiente	
SL8-10		74+400		74+800	3.7	2.55	81	MUY BUENO	Deficiente	
SL9-10		74+800		75+200	3.9	2.46	78	MUY BUENO	Deficiente	
SL10-10		75+200		75+600	3.2	2.79	81	MUY BUENO	Deficiente	
SL11-10		75+600		76+000	3.49	2.65	86	MUY BUENO	-	
SL12-10		76+000		76+400	3.67	2.57	75	MUY BUENO	-	
SL13-10		76+400		76+800	3.63	2.58	75	MUY BUENO	-	
SL14-10		76+800		77+200	3.54	2.63	78	MUY BUENO	-	
SL15-10		77+200		77+600	3.74	2.53	76	MUY BUENO	-	
SL16-10		77+900		78+300	-	-	-	-	-	
SL17-10		78+300		78+700	-	-	-	-	-	
MO7-10		Monocapa	79+000		79+400	5.36	1.89	63	BUENO	-
MO8-10			79+300		79+700	5.47	1.85	68	BUENO	-
MO9-10	79+700			80+100	5.25	1.92	69	BUENO	-	
MO10-10	80+100			80+500	4.34	2.27	71	BUENO	-	
MO11-10	80+500			80+900	4.86	2.07	48	REGULAR	-	
MO12-10	80+900			81+300	4.21	2.33	38	MALO	-	
MO13-10	81+300			81+700	4.88	2.06	44	REGULAR	-	
MO14-10	81+700			82+100	4.9	2.05	54	REGULAR	Deficiente	
MO15-10	82+100			82+500	3.9	2.46	29	MALO	-	
MO16-10	82+500			82+900	4.02	2.41	40	MALO	Deficiente	
MO17-10	83+000			83+400	4.00	2.42	30	MALO	-	
MO18-10	83+400			83+800	4.84	2.07	35	MALO	-	
MO19-10	83+800		84+200	4.09	2.38	69	BUENO	-		

Cuadro 4.22: Resultados de IRI y PCI en los tramos de estudio a Febrero del 2010¹³².

Se graficó cada par ordenado IRI y PCI y se observó la tendencia de los puntos, como resultado de la evaluación realizada, se plantea de manera preliminar el siguiente cuadro con los rangos fijados según el estado de la vía con Pavimentos Básicos. El cuadro de rangos propuesto debe ser sujeto a calibraciones y/o ajustes posteriores en futuras investigaciones.

¹³² Elaboración propia.

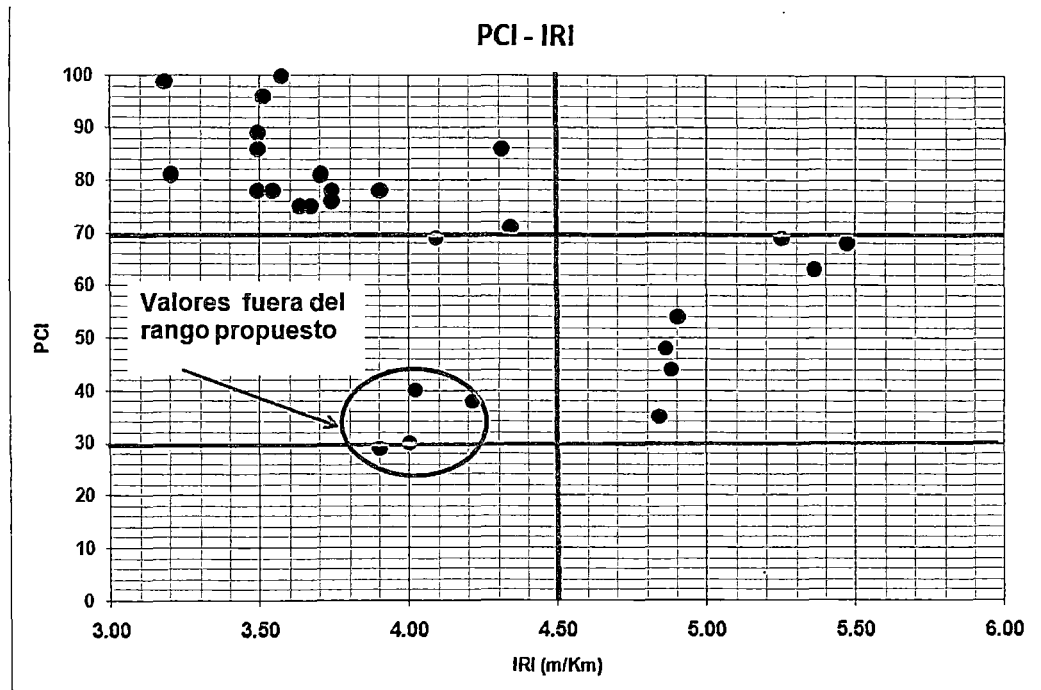


Figura 4.42: Relación de la condición del pavimento PCI con el Índice de Rugosidad Internacional IRI¹³³.

APLICACIÓN:

Tipo de Pavimento : Estructura Granular con Capa de protección (Tratamiento Superficial, Sello Asfáltico)
 Rango del tránsito (EEq): 0 – 500 000
 Clima : Seco, Precipitación máxima anual =25 mm
 Tipo de suelo de fundación (CBR al 95% MDS): 19%<CBR<22%

Pavimentos básicos

Estado	Rugosidad
Bueno	3.0 < IRI < 4.5
Regular	4.5 < IRI < 6.00
Malo	6.00 < IRI

Cuadro 4.23: Cuadro de rangos propuestos para calificación del estado de la Vía en Pavimentos Básicos¹³³.

¹³³ Elaboración propia.

5.0 ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 GENERALIDADES

En este capítulo, se realizó un análisis comparativo de costos entre las dos alternativas, para ello se elaboraron los análisis de precios unitarios de las diferentes actividades que componen la construcción del pavimento básico y los tratamientos superficiales, los costos de transporte no están incluidos en el cálculo realizado, los precios de los equipos, mano de obra y materiales son referenciales y corresponden a los precios de la revista Costos (Nº 191), edición Febrero 2010. Asimismo se generó una base de datos para el cálculo de los costos de la actividad de mantenimiento rutinario denominado como parchado con los metrados de las fallas obtenidas del cálculo del PCI.

5.1.1 Análisis de precios unitarios

Se realiza aquí el análisis de costos para cada partida, considerando todos los recursos, sus cantidades y las unidades que son consumidas.

Se realizó el análisis de precios unitarios para las siguientes partidas:

- Reconformación de Plataforma
- Estabilización de 0.05m de afirmado
- Colocación de Tratamiento Superficial Monocapa
- Colocación de mortero asfáltico : Slurry seal
- Parchado con mezcla asfáltica en frío

PARTIDA		RECONFORMACIÓN DE PLATAFORMA e = 13 cm.				
RENDIMIENTO		2700.00 m²/día				
FECHA		Febrero del 2010				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
MANO DE OBRA						
Capataz "C"	HH	1	0.004	14.78	0.06	
Peón	HH	5	0.020	10.95	0.22	
MATERIALES						
Afirmado (e=13 cm)	m3	-	0.150	25.00	3.75	
Agua	m3	-	0.028	10.99	0.30	
EQUIPO						
Motoniveladora 125 HP	HM	2	0.008	128.89	1.03	
Rodillo Liso 8-10 ton/58/70hp	HM	1	0.004	142.61	0.57	
HERRAMIENTAS (5% de Mano de Obra)					0.01	
Costo Unitario Directo (S/.) por m2					5.95	

Cuadro 5.1: Análisis de precios unitarios: Reconformación de plataforma¹³⁴.

PARTIDA		ESTABILIZACION DE AFIRMADO e= 0.05 m.				
RENDIMIENTO		2000.00 m2/día				
FECHA		Febrero del 2010				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
MANO DE OBRA						
Capataz "A"	HH	1	0.0040	17.46	0.07	
Peón	HH	6	0.0240	10.95	0.26	
MATERIALES						
Emulsión asfáltica Css-1h	gal	-	0.7300	8.00	5.84	
EQUIPO						
Motoniveladora 125 HP	HM	2	0.0080	128.89	1.03	
Rodillo Liso 8-10 tn/58/70hp	HM	1	0.0040	142.61	0.57	
Camión cisterna 4x2 (Asfalto) 178-210 HP 2000	HM	1	0.0016	112.78	0.18	
Camión cisterna 4x2 (Agua) 122 HP 2000	HM	1	0.0016	156.22	0.25	
HERRAMIENTAS (5% de Mano de Obra)					0.02	
Costo Unitario Directo (S/.) por m2					8.22	

Cuadro 5.2: Análisis de precios unitarios: Estabilización de afirmado e = 0.05

m¹³⁴.

¹³⁴ Elaboración propia.

PARTIDA		TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA				
RENDIMIENTO		5500.00		m2/día		
FECHA		Febrero del 2010				
DESCRIPCION	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
MANO DE OBRA						
Capataz "A"	HH	0.75	0.0011	17.46	0.02	
Operario	HH	0.5	0.0007	12.13	0.01	
Peón	HH	9	0.0131	10.95	0.14	
MATERIALES						
Gravilla T máx. 3/8"	m3	-	0.015	54.82	0.82	
Asfalto RC-250	gal	-	0.310	6.10	1.89	
EQUIPO						
Compresora Neumática 250-330 PCM	HM	1	0.0015	65.10	0.09	
Rodillo Neumático autopropulsado	HM	1	0.0015	110.62	0.16	
Esparcidora de Agregados	HM	1	0.0015	109.07	0.16	
Camión imprimador 6x2 - 210 HP	HM	2	0.0029	109.31	0.32	
Minicargador Bobcat	HM	1	0.0015	58.60	0.09	
Volquete 15 m3	HM	2	0.0029	220.26	0.64	
HERRAMIENTAS (5% de Mano de Obra)					0.01	
Costo Unitario Directo (S/.) por m2					4.35	

Cuadro 5.3: Análisis de precios unitarios de la colocación de Tratamiento superficial Monocapa¹³⁵.

¹³⁵ Elaboración propia.

MORTERO ASFALTICO SLURRY SEAL e=0.01m					
PARTIDA					
UNIDAD	m2				
RENDIMIENTO	5000.00 m2/día				
FECHA	Febrero del 2010				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANO DE OBRA					
Capataz "A"	HH	0.75	0.0012	17.46	0.02
Operario	HH	0.8	0.0013	12.13	0.02
Peón	HH	9	0.0144	10.95	0.16
MATERIALES					
Arena	m3	-	0.0100	25.00	0.25
Cemento Portland	Bls.	-	0.0020	17.55	0.04
Emulsión asfáltica C.S.E -1h	gal	-	0.6760	8.00	5.41
Agua	gal	-	0.6300	0.04	0.03
EQUIPO					
Compresora Neumática 250-330 PCM,	HM	1	0.0016	65.1	0.10
Camión Sellador Slurry	HM	1	0.0016	250.00	0.40
Camión cisterna 4x2 (Agua) 122 HP	HM	1	0.0016	112.78	0.18
Camión cisterna 4x2 (Asfalto)178-210HP	HM	1	0.0016	156.22	0.25
Volquete 15 m3	HM	1	0.0016	220.26	0.35
HERRAMIENTAS (5% de Mano de Obra)					0.01
Costo Unitario Directo (S/.) por m2					7.21

Cuadro 5.4: Análisis de precios unitarios de la colocación del mortero asfáltico Slurry seal¹³⁶.

¹³⁶ Elaboración propia.

PARTIDA		PARCHADO CON MEZCLA ASFALTICA EN FRIO				
RENDIMIENTO		e=0.01m.				
FECHA		100.00 m2/día				
		Febrero del 2010				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
MANO DE OBRA						
Capataz "A"	HH	1	0.080	17.46	1.40	
Operario	HH	1	0.080	12.13	0.97	
Peón	HH	6	0.480	10.95	5.26	
MATERIALES						
Mezcla asfáltica en frio	m3	-	0.020	280.00	5.60	
Imprimación con RC-250	m2		1.000	3.23	3.23	
EQUIPO						
Camioneta Pick -UP 4X2	HM	1	0.080	44.02	3.52	
Herramientas manuales (5% de Mano de Obra)					0.38	
Costo Unitario Directo (S/.) por m2					20.36	

Cuadro 5.5: Análisis de precios unitarios de actividad parchado con mezcla asfáltica en caliente¹³⁷.

En resumen los costos de las actividades que componen la construcción de un pavimento básico, son las que se detallan a continuación:

Ítem	ACTIVIDAD	UNIDAD	P.U. (S/.) /m2	P.U. (\$/.) /m2
1.00	Reconformación de Plataforma (e=0.13 m)	M2	5.95	2.09
2.00	Estabilización de Base (e = 0.05 m)	M2	8.22	2.88
3.00	Tratamiento Superficial Monocapa	M2	4.35	1.53
4.00	Mortero asfáltico Slurry seal	M2	7.21	2.53
5.00	Parchado con mezcla asfáltica en frio.	M2	20.36	7.14

Cuadro 5.6: Costo por metro cuadrado de actividades que componen el pavimento básico a Febrero del 2010¹³⁷.

¹³⁷ Elaboración propia.

5.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA UN KILOMETRO DE CARRETERA CON REVESTIMIENTO DE SLURRY SEAL

Ítem	DESCRIPCION ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	P. Parcial (S/.)	P. Parcial (\$.)
1.00	Reconformación de Plataforma (e=0.12 m)	m ²	4500.00	5.95	26,775.00	9,394.74
2.00	Estabilización de Base (e = 0.05 m)	m ²	4500.00	8.22	36,990.00	12,978.95
3.00	Mortero asfáltico Slurry Seal	m ²	4500.00	7.21	32,445.00	11,384.21
COSTO DE CONSTRUCCION DE PAVIMENTO BASICO CON SLURRY SEAL/ Km.					S/. 96,210.00	\$ 33,757.89

Cuadro 5.7: Costo inicial de construcción de pavimento básico con recubrimiento tipo mortero asfáltico precios a Febrero del 2010¹³⁸.

Ítem	Fecha de Mantenimiento	% área con parches	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	P. Parcial (S/.)	P. Parcial (\$.)
1.00	jun-09	0.00%	m ²	0.00	20.36	0.00	0.00
2.00	ago-09	0.00%	m ²	0.00	20.36	0.00	0.00
3.00	oct-09	0.10%	m ²	4.50	20.36	91.62	32.15
4.00	dic-09	0.10%	m ²	4.50	20.36	91.62	32.15
5.00	feb-10	0.80%	m ²	36.00	20.36	732.96	257.18
COSTO DE MANTENIMIENTO EN 8 MESES DE VIDA UTIL						S/. 916.20	\$ 321.47

Cuadro 5.8: Costo de mantenimiento del pavimento básico con recubrimiento tipo mortero asfáltico precios a Febrero del 2010¹³⁸.

¹³⁸ Elaboración propia.

5.3 ANÁLISIS DE COSTOS PARA UN KILOMETRO DE CARRETERA CON UN REVESTIMIENTO TIPO TSS: MONOCAPA CON RC-250

Se realizó un análisis de costos a los 8 meses después de su construcción, incluyendo el costo inicial de construcción y el costo de mantenimiento tipo parches.

Los resultados se muestran en los cuadros 5.7 y 5.8.

Ítem	DESCRIPCION ACTIVIDAD	UNIDAD	METRAD O	P.U. (\$/.)	P. Parcial (\$/.)	P. Parcial (\$.)
1.00	Reconformación de Plataforma (e=0.12 m)	M2	4500.00	5.95	26,775.00	9,394.74
2.00	Estabilización de Base (e = 0.05 m)	M2	4500.00	8.22	36,990.00	12,978.95
3.00	Tratamiento Superficial Monocapa	M2	4500.00	4.35	19,575.00	6,868.42
COSTO DE CONSTRUCCION PAVIMENTO BASICO CON TSS/ Km.					S/. 83,340.00	\$ 29,242.11

Cuadro 5.9: Costo inicial de construcción de pavimento básico con recubrimiento tipo TSS precios a Febrero del 2010¹³⁹.

Ítem	Fecha de Mantenimiento	% área con parches/Km	UNIDA D	METRAD O	P.U. (\$/.)	P. Parcial (\$/.)	P. Parcial (\$.)
1.00	jun-09	0.71%	M2	43.20	20.36	650.50	228.25
2.00	ago-09	0.00%	M2	26.55	20.36	0.00	0.00
3.00	oct-09	0.00%	M2	118.35	20.36	0.00	0.00
4.00	dic-09	0.89%	M2	158.40	20.36	815.42	286.11
5.00	feb-10	2.58%	M2	232.65	20.36	2,363.80	829.40
COSTO DE MANTENIMIENTO EN 8 MESES DE VIDA UTIL						S/. 3,829.72	\$ 1,343.76

Cuadro 5.10: Costo de mantenimiento del pavimento básico con recubrimiento tipo TSS precios a Febrero del 2010¹³⁹.

¹³⁹ Elaboración propia.

5.4 COMPARACIÓN DE COSTOS SEGÚN ALTERNATIVAS DE RECUBRIMIENTO

En el cuadro 5.8 y 5.10 se muestran los costos bimensual por kilómetro que se invierte en mantenimiento para cada una de las soluciones, generando un gráfico comparativo de inversiones acumuladas que se presentan en la figura 5.1, costos de inversión inicial sumado a los costos de mantenimiento.

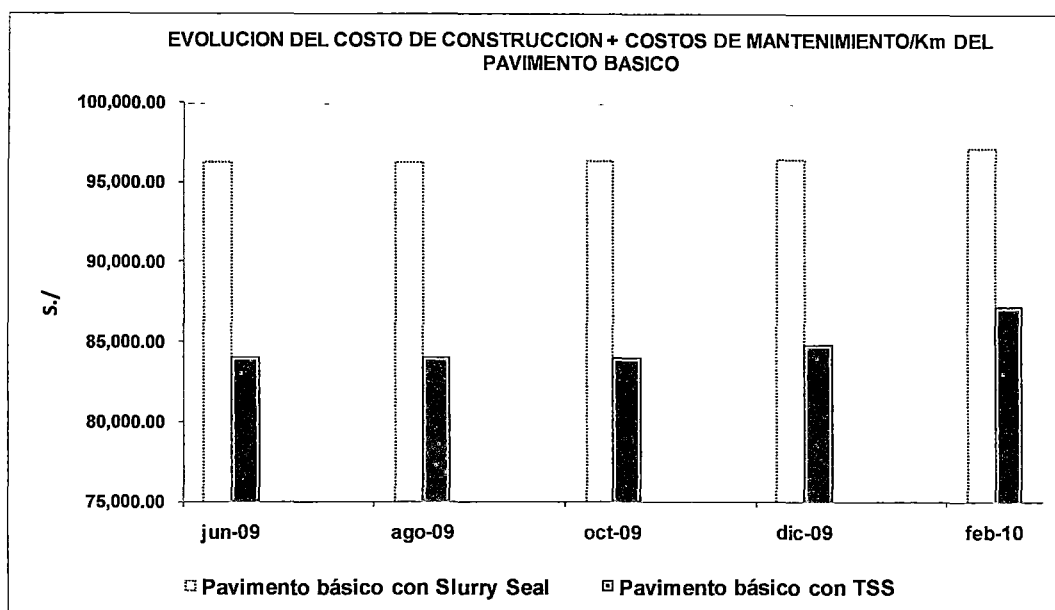


Figura 5.1: Evolución del costo presente del pavimento básico según superficie de rodadura¹⁴⁰.

	TIPO DE ESTRUCTURA	Costo Inicial de Construcción (S./Km)	Costos de mantenimiento o (S./Km)	Costo a Febrero 2010 (S./Km)	Costo a Febrero 2010 (S./Km)
A	Afirmado estabilizado + tratamiento superficial Monocapa	83,340.00	3,829.72	87,169.72	30,585.87
B	Afirmado estabilizado + Slurry seal	96,210.00	916.20	97,126.20	34,079.37

Cuadro 5.11: Costos de construcción y mantenimiento según tipo de recubrimiento del pavimento básico, costos a Febrero del 2010¹⁴⁰.

¹⁴⁰ Elaboración propia.

En este caso se observa que la diferencia en los costos totales, valor presente a Febrero del 2010, se redujo considerablemente cuando comparamos la alternativa B de mayor costo inicial con la alternativa A de menor costo inicial. La diferencia de costos (15.0%) se reduce con el transcurrir del tiempo (figura 5.1) debido a que el pavimento básico con tratamiento superficial Monocapa presenta deterioros más acelerados y por lo tanto necesita más actividades de mantenimiento, a los 8 meses la diferencia de los costos presentes se ha reducido y representa el 10.5%, se puede estimar que esta diferencia se irá estrechando aún más con el tiempo de servicio del pavimento.

Por lo tanto la diferencia de costos iniciales de construcción no es más que un ahorro ficticio la experiencia muestra que en un plazo muy breve debe ser compensado con inversiones cuantiosas en mantenimiento, y en el caso más desfavorable en la colocación de un nuevo sello (mantenimiento periódico) antes de lo previsto.

Sin embargo, es importante destacar que cada proyecto tiene condiciones locales muy particulares y se requiere de un análisis específico para determinar el tipo de pavimento más conveniente para cada caso. Debido a los distintos factores que pueden afectar este análisis, es recomendable que cuando estas diferencias no son significativas, se considere realización del seguimiento del comportamiento por un periodo de tiempo más largo.

CONCLUSIONES

- Se realizó una revisión de los métodos existentes para evaluación funcional y superficial de los pavimentos y se determinó que actualmente no existe en la normativa Peruana una metodología para la evaluación superficial de pavimentos que no poseen revestimiento asfáltico convencional. En el caso específico del tipo de pavimento del presente estudio, el cual no presenta una capa de revestimiento convencional, se eligió realizar la auscultación visual del estado del Pavimento básico utilizando la metodología PCI; en cuanto a la determinación del tipo de deterioro a auscultar, éstos fueron relacionados con los tipos de deterioros particulares de pavimentos que poseen una carpeta asfáltica. Asimismo se utilizó el Índice de Rugosidad Internacional como medida de la calidad funcional del pavimento básico con cada uno de los tratamientos superficiales evaluados (mortero asfáltico Slurry Seal y Tratamiento Monocapa). Con los resultados de la medición de estos dos parámetros fue posible determinar que tratamiento superficial presenta mejor comportamiento como superficie de rodadura de los pavimentos básicos.
- El periodo de evaluación del comportamiento de los tratamientos superficiales fue de 8 meses después de su puesta en servicio, durante este periodo se monitorearon las condiciones climatológicas, tráfico actuante y la medición de la capacidad estructural para garantizar que las condiciones iniciales asumidas se mantengan constantes o en su defecto varíen para ambas alternativas. Como resultado de estas se determinó que no existieron gradientes de temperatura importantes, el tráfico actuante corresponde a una vía de bajo volumen de tránsito (EE_{quiv} menor a 10^6), en cuanto a la medición de deflexiones permitió identificar la existencia los Sectores Homogéneos I, II, III dentro del área evaluada con la misma tendencia de comportamiento. Por lo tanto se consiguió realizar la comparación de desempeños de los tratamientos superficiales en términos de dos parámetros PCI e IRI.
- En función al Índice de condición del pavimento (PCI) la tendencia de evolución del deterioro fue determinada en secciones con las mismas características de tráfico, clima, estructura del pavimento, drenaje y deflexiones al inicio y término de la evaluación; por lo tanto el nivel de

deterioro de los pavimentos en estas secciones, es influenciado por la capacidad de sus recubrimientos de preservar las condiciones iniciales del afirmado estabilizado, la evolución del PCI en las secciones de control son mostradas en las figuras 4.23, 4.28 y 4.32 los resultados indican que la tasa media de disminución del PCI en las secciones con recubrimiento Slurry seal son 27.7% (S1,S2), 21.9 % (S10), 22.6%(S12,S13) contra los 36.26% (S31) , 67.4% (S29), 23.2%(S17) de las secciones con tratamiento superficial Monocapa. Asimismo la influencia de los tipos de fallas que provenían del comportamiento estructural no es significativa; por lo tanto el deterioro del pavimento estuvo fuertemente influenciado por el comportamiento de los recubrimientos superficiales. Estos resultados nos indican que el pavimento básico con tratamiento superficial Monocapa presenta un mayor deterioro comparado al pavimento básico con recubrimiento Slurry seal. Esta tendencia del comportamiento fue verificada cuando se evaluó el comportamiento de las 32 secciones monitoreadas, para ello se calculó el PCI para cada tramo de pavimento básico a partir de las unidades de muestreo, los resultados se muestran en el cuadro 4.18 y figura 4.38, estos indican una tasa de disminución de la condición del pavimento de hasta 42.1% para el pavimento básico con Monocapa y 18.9% para el tramo de pavimento básico con recubrimiento Slurry seal.

- En función al Índice de Rugosidad Internacional, fueron analizados los datos de dos mediciones de IRI, el primero al inicio de las evaluaciones y el segundo al término de las mismas, es necesario recalcar que el IRI es una medida indirecta de la condición superficial, principalmente de aquellos deterioros que tienen influencia en la regularidad de la superficie, por lo tanto los tramos homogéneos definidos a partir de este índice son apropiados para ser evaluados. Los resultados (Cuadro 4.17) muestran que para tramos homogéneos de ambas alternativas de recubrimiento (IRI inicial igual a 3.5 m/Km a Junio del 2009), el IRI de las secciones con tratamiento superficial Monocapa se incrementó en un periodo de 8 meses en 17.35%, lo que significa una disminución del 10% de su serviciabilidad, mientras que en las secciones con Slurry seal el IRI se incrementó en 4.40%, disminuyendo en 2.9% su serviciabilidad ; estos resultados nos muestran que existe una marcada tendencia de preservar por más tiempo la serviciabilidad del

pavimento de las secciones con tratamiento superficial Slurry seal comparado con los sectores con Monocapa.

- En función del monitoreo de la evolución de los parámetros IRI y PCI en secciones de pavimento básico y los resultados descritos en las conclusiones precedentes, se determinó que las tendencias en cuanto al mejor comportamiento de los Tratamientos superficiales para pavimentos en vías de bajo volumen de tránsito, con precipitaciones máximas anuales de 25 mm y altura promedio comprendida entre los 0 – 2000 m.s.n.m, es el denominado Mortero asfáltico Slurry seal, asimismo para que esto se cumpla debe estar sometido a mantenimiento rutinario tipo bacheo por lo menos cada dos meses.
- El mejor comportamiento del mortero asfáltico Slurry seal puede ser explicado en función del Índice de vacíos de los tratamientos, la granulometría más cerrada del mortero asfáltico Slurry seal, le proporciona una barrera física contra el agua, esta baja permeabilidad al agua, le proporciona un aumento de durabilidad comparado con el TSS Monocapa donde el índice de vacíos es grande, asimismo el procedimiento constructivo empleado para la colocación del TSS Monocapa, presenta incertidumbres en cuanto a la adecuada dosificación, recubrimiento del agregado, adecuada compactación entre otros, mientras que en la colocación del slurry seal al ser un trabajo mecanizado las dosificaciones son constantes y la textura obtenida al final es más regular.
- Del estudio económico realizado se desprende que la diferencia de costos iniciales de construcción de ambos tratamientos es del 15%, siendo más costoso el pavimento básico con Slurry Seal, esta diferencia se redujo a 10.5% a los 8 meses de evaluación, debido a que el pavimento básico con tratamiento superficial Monocapa presenta deterioros más acelerados y por lo tanto necesita más actividades de mantenimiento. Por lo tanto la diferencia de costos iniciales de construcción no es más que un ahorro ficticio, la experiencia muestra que a cierto plazo debe ser compensado con inversiones en mantenimiento, y en el caso más desfavorable en la colocación de un nuevo sello (mantenimiento periódico) antes de lo previsto.

- Teniendo en cuenta que en los pavimentos los datos obtenidos de las evaluaciones visuales y funcionales, se usan como parámetro importante para cuantificar la calidad del servicio que se les otorga a los usuarios. Como resultado del monitoreo de la evolución del PCI realizada en 32 unidades de muestreo correspondiente a 10 Kilómetros de pavimento básico (figura 4.38), se determinó que el pavimento básico pasa de una condición inicial calificada como EXCELENTE a una condición REGULAR en un periodo de 8 meses. En función al IRI pasa de un IRI característico promedio de 4.47 a 4.60 m/Km, estos valores están por debajo de los valores mínimos de IRI en carreteras afirmadas (6 m/Km). Por lo tanto se puede inferir que la calidad de servicio que brinda el pavimento básico representa una buena alternativa en lo que se refiere a mejoramiento de la transitabilidad de las vías sin pavimentar.
- Se graficó cada par ordenado IRI y PCI para cada uno de los tramos que contaban con ambos datos (cuadro 4.21 y 4.22) y se observó la tendencia de los puntos, como resultado de la evaluación realizada, se propone como aporte de esta investigación el siguiente cuadro de rangos para calificación del estado de la Vía en Pavimentos Básicos, el cual debe estar sujeto a calibraciones y/o ajustes posteriores en futuras investigaciones.

APLICACIÓN:	
Tipo de Pavimento :	Estructura Granular con Capa de protección (Tratamiento Superficial, Sello Asfáltico)
Rango del tránsito (EEq):	0 – 500 000
Clima :	Seco , Precipitación máxima anual =25 mm
Tipo de suelo de fundación (CBR al 95%MDS):	19%<CBR<22%
Pavimentos básicos	
Estado	Rugosidad
Bueno	3.0 < IRI < 4.5
Regular	4.5 < IRI < 6.00
Malo	6.00 < IRI

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la evaluación de los pavimentos básicos en el tramo con la finalidad de averiguar el tiempo máximo en el cual es necesario la colocación de un refuerzo a nivel de superficie de rodadura.
- Se recomienda realizar un modelo de previsión del desempeño para los pavimentos básicos del tramo estudiado, el cual puede ser calibrado con los datos obtenidos en el presente trabajo.
- Se recomienda realizar estudios de mayor envergadura dentro del tramo en estudio, con la finalidad de contar con mayor cantidad de datos y poder realizar los ajustes y calibraciones necesarias al cuadro propuesto de rangos para calificación del estado de la vía en Pavimentos Básicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, Appendix J : Identification of Homogeneous Sections from Road Data.USA,1993.
2. American Society for Testing and Materials, ASTM D6433-03: Procedimiento Estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos. Edición 2003.
3. Bañón Blázquez, Luis, y Josa Beviá García. Manual de Carreteras Vol.2. Edición N°1. España, 2000. <http://www.ua.es/personal/lbanon/pub.htm>. [Consulta: Mayo 2009].
4. Bariani Bernucci, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, y Jorge Barbosa Soares. Pavimentación Asfáltica. Abeda. Rio de Janeiro -Brasil, 2008.
5. CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. «Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar de afirmado a solución básica.» Estudio definitivo Carretera Cañete - Lunahuana - Pacaran - Zúñiga - Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca, Lima, 2008.
6. CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. Ensayos de Laboratorio *Carretera Cañete – Lunahuana – Pacaran – Zúñiga - Dv.Yauyos-Roncha-Chupaca*. Estudio definitivo, Lima, 2008.
7. CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. Estudio de Suelos sector Km 57+450 al Km 130+000 *Carretera Cañete – Lunahuana – Pacaran – Zúñiga - Dv.Yauyos- Roncha-Chupaca*. Estudio definitivo, Lima, 2008.
8. CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. Estudio de Tráfico *Carretera Cañete – Lunahuana – Pacaran – Zúñiga - Dv.Yauyos- Roncha-Chupaca*. Estudio definitivo, Lima, 2008.

9. CGC, Consorcio Gestión de Carreteras. Inventario Vial Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca. Estudio Definitivo, Lima, 2008.
10. CONREVIAl, Aspectos de Evaluación de Pavimentos, Capítulo VI, Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Vol. C, 1984.
11. Danieleski. Proposta de Metodología para avaliacao superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicacao a rede viaria de Porto Alegre. Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidad Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2004. 24-29.
12. Grupo S10, Precios de Materiales, Mano de Obra y Equipos, Costos, Año 15 –Nº 191. Febrero 2010.
13. INGEMMET. Mapa Geologico del cuadrangulo de Tupe. Hoja 26-I, Lima.
14. Instituto del Asfalto. Asphalt Technology and Construction Practices- Instructor's. Buenos Aires, Argentina, 1985.
15. Instituto del Asfalto. Manual Básico de Emulsiones Asfálticas (MS-19). Editorial AEMA.
16. Jiménez, Mónica, Denia Sibaja, y Doris Molina. Evaluación de la Factibilidad en La Aplicación de Sellos de Lechada Asfáltica "Slurry Seals" en Costa Rica. Costa Rica, 2008: http://investigacion.lanamme.ucr.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=7. [Consulta: Mayo 2009].
17. Kraemer, Carlos, José Maria Pardillo, Sandro Rocci, Manuel Romana, Víctor Sánchez, y Miguel Ángel Del Val. Ingeniería de Carreteras Vol. II. Mc Graw Hill. España, 2004.

18. MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Clasificación de rutas del sistema nacional de carreteras, D.S N° 044-2008-MTC (actualizado al 2010). <http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/index.html> [Consulta: Diciembre 2010].
19. MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones técnicas Generales EG - 2000. http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/EG-2000/index.htm, [Consulta: Octubre de 2009].
20. MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Estado de las vías según IRI. <http://www.mtc.gob.pe/estadisticas.htm>, [Consulta: Julio de 2009].
21. MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Mapa Vial Lima-Junín, http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/LIMPIO/mapas_viales/LIMa JUN Z5.pdf, [Consulta: Setiembre de 2009].
22. Noa Yarasca Efraín, Ordoñez Luis Alberto, Sabino Noe. Proyecto INDECI -PNUD 00048999 Ciudades Sostenibles. Estudio para el Desarrollo, Publicaciones INDECI. Lima, 2008.
23. Salazar, H., y C. Landa. Geología de los Cuadrangulos de Mala, Lunahuana, Tupe, Conayca, Chincha, Tantarà y Castrovirreyna. Boletín N° 44, INGEMMET – Lima, 1993.
24. Samaniego, José Luis. Evaluación estructural de la Carretera Cañete-Yauyos-Chupaca-Viga Benkelman Km 74+000 al Km 79+000. Informe de Suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.
25. Slurry Seal Inc. Esquema del funcionamiento del camion preparador del Slurry seal. <http://www.southwestslurryseal.com/slurryseal.html>, [Consulta: Noviembre de 2009].

26. United States Army Corps of Engineers. Pavement design for Roads, Streets, Walks, and Open storage areas TM 5-822-5. Manual Técnico. USA, 1992.

27. Vásquez Varela Luis. Ingeniería de Pavimentos. Febrero de 2002. <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>, [Consulta: Mayo de 2009].

ANEXOS

ANEXO 1.0 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL TRAMO

Cuadro Resumen Tramo Zúñiga – Dv. -Yauyos Km 57+450 al 130+000

Calicata	Muestra	Profundidad	Km	Análisis Granulométrico			Límites de Atteberg			CBR		Proctor Modificado		% Finos < N° 200
				SUCS	AASTHO	% W	L.L.	L.P.	I.P.	95%	100%	Densidad Máxima	Humedad Óptima	
C-1	M-1	0.00 - 0.30	57+450	GC-GM	A-1a	2.1	24	19	5	24.1	54.8	2.093	7.6	15.3
	M-2	0.30 - 1.50	57+450	SC	A-2-4(0)	5	25	17	8					23.1
C-2	M-1	0.00 - 0.40	58+550	SC-SM	A-1b	2.4	25	20	5					15.5
	M-2	0.30 - 1.50	58+550	SC	A-2-4(0)	5	27	19	8					23.7
C-3	M-1	0.00 - 0.40	59+650	SC-SM	A-1b	2.5	25	21	4					16.8
	M-2	0.30 - 1.40	59+650	SC	A-2-4(0)	4.8	26	18	8					30.2
C-4	M-1	0.00 - 0.30	60+750	SC-SM	A-1b	2.1	24	19	5					16.5
	M-2	0.30 - 1.50	60+750	SC	A-2-4(0)	4.9	26	18	8					23.1
C-5	M-1	0.00 - 1.00	61+650	SC-SM	A-1b	2.4	26	20	6	20.5	44.1	2.114	7.3	16.3
C-6	M-1	0.00 - 1.50	62+650	GC-GM	A-1b	2.7	22	17	5					16.3
C-7	M-1	0.00 - 0.30	63+650	SC-SM	A-1b	3.3	23	18	5					16.2
	M-2	0.30 - 1.50	63+650	SC	A-2-4(0)	4.9	26	18	8					21
C-8	M-1	0.00 - 1.50	64+700	SC-SM	A-1b	2.9	23	18	5					15.1
C-9	M-1	0.00 - 1.50	65+700	SC-SM	A-2-4(0)	3.4	23	18	5	19	34.2	2.132	6.6	17.5
C-10	M-1	0.00 - 1.00	66+600	SC-SM	A-1b	2.1	23	18	5					16

Cuadro Resumen Tramo Zúñiga – Dv. -Yauyos Km 57+450 al 130+000

Calicata	Muestra	Profundidad	Km	Análisis Granulométrico			Limites de Atteberg			CBR		Proctor Modificado		% Finos
				SUCS	AASTHO	% W	L.L.	L.P.	I.P.	95%	100%	Densidad Máxima	Humedad Optima	
C-11	M-1	0.00 - 1.50	67+700	SC-SM	A-1b	2.8	24	19	5					18.2
C-12	M-1	0.00 - 1.50	68+650	SC-SM	A-2-4(0)	3.7	24	19	5					17.6
C-13	M-1	0.00 - 1.50	69+700	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	26	20	6	20.3	48.1	2.137	6.8	17.2
C-14	M-1	0.00 - 1.50	70+600	SC-SM	A-1b	3.3	24	19	5					18.5
C-15	M-1	0.00 - 1.00	71+700	SC-SM	A-1b	3.2	25	19	6	19	49.3	2.133	7.3	19
C-16	M-1	0.00 - 1.50	72+600	SC-SM	A-1b	3	25	20	5					16.7
C-17	M-1	0.00 - 1.50	73+700	SC-SM	A-1b	2.1	25	19	6					19
C-18	M-1	0.00 - 1.50	74+600	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6					15.3
C-19	M-1	0.00 - 1.50	75+700	SC-SM	A-1b	2.1	24	19	5	21.4	418	2.093	7.4	17.4
C-20	M-1	0.00 - 1.50	76+700	SC-SM	A-1b	3.3	23	18	5					16.4
C-21	M-1	0.00 - 1.50	77+800	SC-SM	A-1b	3.3	24	19	5	19.4	42.7	2.121	7	17.3
C-22	M-1	0.00 - 1.00	78+800	GC-GM	A-1b	2.1	23	18	5					17.3
C-23	M-1	0.00 - 1.00	79+800	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6					18.3
C-24	M-1	0.00 - 1.00	80+700	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6					15.3
C-25	M-1	0.00 - 1.50	81+600	SC-SM	A-1b	3.4	24	20	4	19.2	42.9	2.117	7.4	16.7
C-26	M-1	0.00 - 1.50	82+700	SC-SM	A-1b	3.4	24	18	6					16
C-27	M-1	0.00 - 1.50	83+600	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	25	19	6					18.3
C-28	M-1	0.00 - 1.00	84+600	SC-SM	A-2-4(0)	4	26	20	6					16.9
C-29	M-1	0.00 - 1.00	85+600	SC-SM	A-1b	3	24	19	5	23.2	48.6	2.125	7.2	17.3

Cuadro Resumen Tramo Zúñiga – Dv. -Yauyos Km 57+450 al 130+000														
Calicata	Muestra	Profundidad	Km	Análisis Granulométrico			Limites de Atteberg			CBR		Proctor Modificado		% Finos
				SUCS	AASTHO	% W	L.L.	L.P.	I.P.	95%	100%	Densidad Máxima	Humedad Optima	< N° 200
C-30	M-1	0.00 - 1.50	86+700	GC-GM	A-1b	3.4	24	19	5					19
C-31	M-1	0.00 - 1.00	87+600	SC-SM	A-1b	3	23	18	5					17.3
C-32	M-1	0.00 - 1.50	88+600	GC-GM	A-1b	3	23	18	5					18.4
C-33	M-1	0.00 - 1.00	89+600	SC	A-2-6	7	33	22	11	7.4	8.2	1.794	10.3	35
C-34	M-1	0.00 - 1.00	90+700	SC	A-6	6.7	33	22	11	5.9	9.2	1.806	11.4	36
C-35	M-1	0.00 - 1.50	91+600	SC-SM	A-2-4(0)	3	25	19	6					18.3
C-36	M-1	0.00 - 1.50	92+600	GC-GM	A-1b	3	24	19	5					18.3
C-37	M-1	0.00 - 1.00	93+600	GC-GM	A-1b	2.1	23	18	5					17.3
C-38	M-1	0.00 - 1.00	94+600	GC-GM	A-1a	2.1	23	18	5	19.3	48.4	2.121	7	15
C-39	M-1	0.00 - 1.50	95+600	SC-SM	A-1b	2.1	25	20	5					20.1
C-40	M-1	0.00 - 1.00	96+600	GC-GM	A-1b	2.1	25	20	5					16.9
C-41	M-1	0.00 - 1.50	97+600	SC-SM	A-1b	2.1	24	19	5					18.8
C-42	M-1	0.00 - 1.00	98+600	SC-SM	A-1b	2.1	24	19	5	19.2	51.4	2.124	6.6	15.6
C-43	M-1	0.00 - 1.00	99+600	SC-SM	A-1-b	2.1	25	20	5					16
C-44	M-1	0.00 - 1.50	100+600	SC-SM	A-1-b	3	24	18	6	21.3	44.2	2.146	6.4	20.9
C-45	M-1	0.00 - 1.50	101+600	SC-SM	A-1-b	3	24	19	5					17.2
C-46	M-1	0.00 - 1.50	102+600	SC-SM	A-1-b	3	25	19	6					18.3
C-47	M-1	0.00 - 1.50	103+600	SC-SM	A-1-b	3.5	24	19	5					17.8
C-48	M-1	0.00 - 1.50	104+600	SC-SM	A-1-b	3.7	24	19	5	20.7	52.3	2.121	7.1	17.3

Cuadro Resumen Tramo Zúñiga – Dv. -Yauyos Km 57+450 al 130+000														
Calicata	Muestra	Profundidad	Km	Análisis Granulométrico			Límites de Atteberg			CBR		Proctor Modificado		% Finos
				SUCS	AASTHO	% W	L.L.	L.P.	I.P.	95%	100%	Densidad Máxima	Humedad Óptima	< N° 200
C-49	M-1	0.00 - 1.50	105+600	SC-SM	A-1-b	2.1	24	19	5					15.6
C-50	M-1	0.00 - 1.50	106+600	SC-SM	A-1-b	7.3	24	19	5					
C-51	M-1	0.00 - 1.50	107+600	GC-GM	A-1-b	2.1	25	20	5	23.3	44	2.132	7.5	18.3
C-52	M-1	0.00 - 1.50	108+600	SC-SM	A-1-b	3	23	18	5					17.9
C-53	M-1	0.00 - 1.50	109+600	GC-GM	A-1-b	3	24	19	5					19.1
C-54	M-1	0.00 - 1.50	110+600	SC-SM	A-1-b	3	24	19	5					17.8
C-55	M-1	0.00 - 1.50	111+600	GC-GM	A-1-b	2.1	25	20	5	21.8	43.5	2.124	7.6	18.3
C-56	M-1	0.00 - 1.50	112+600	GC-GM	A-1-b	3.4	24	19	5					18.3
C-57	M-1	0.00 - 1.50	113+600	SC-SM	A-2-4(0)	3.5	24	18	6					15.9
C-58	M-1	0.00 - 1.50	114+600	GC-GM	A-1-b	3	24	19	5					17.1
C-59	M-1	0.00 - 1.50	115+600	SC-SM	A-1-b	2.1	24	19	5	19.6	41.5	2.072	8.4	15.5
C-60	M-1	0.00 - 1.50	116+600	SC-SM	A-1-b	4.3	24	19	5					17.4
C-61	M-1	0.00 - 1.00	117+600	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	25	19	6					16.3
C-62	M-1	0.00 - 1.50	118+600	SC-SM	A-1-b	3.4	23	18	5					15
C-63	M-1	0.00 - 1.50	119+600	GC-GM	A-1-a	2.1	23	18	5	20.5	43.7	2.113	8.2	15.1
C-64	M-1	0.00 - 1.50	120+600	SC-SM	A-1-b	2.1	25	19	6					14
C-65	M-1	0.00 - 1.00	121+600	SC-SM	A-1-b	3.4	24	18	6	19.3	37.4	2.071	8.8	17.1
C-66	M-1	0.00 - 1.00	122+600	SC-SM	A-1-b	3	24	19	5					18.2
C-67	M-1	0.00 - 1.00	123+600	SC-SM	A-2-4(0)	2.1	24	18	6					16.2

Cuadro Resumen Tramo Zúñiga – Dv. -Yauyos Km 57+450 al 130+000														
Calicata	Muestra	Profundidad	Km	Análisis Granulométrico			Limites de Atteberg			CBR		Proctor Modificado		% Finos
				SUCS	AASTHO	% W	L.L.	L.P.	I.P.	95%	100%	Densidad Máxima	Humedad Optima	< N° 200
C-68	M-1	0.00 - 1.50	124+600	SC-SM	A-1-b	3.7	24	19	5					18.2
C-69	M-1	0.00 - 1.50	125+600	SC-SM	A-1-b	3.4	24	19	5	22	38.5	2.093	8.1	17.2
C-70	M-1	0.00 - 1.50	126+600	SC-SM	A-1-b	2.1	23	18	5					17.8
C-71	M-1	0.00 - 1.50	127+600	SC-SM	A-1-b	3	23	18	5					17.2
C-72	M-1	0.00 - 1.50	128+600	SC-SM	A-1-b	3.3	25	19	5					13.7
C-73	M-1	0.00 - 1.50	129+600	SC-SM	A-1-b	2.1	24	19	5	18.6	33.7	2.105	8.4	18.2

ANEXO 2.0: DETERMINACIÓN DE SEGMENTOS HOMOGÉNEOS A PARTIR DE LEVANTAMIENTOS DEFLECTOMÉTRICO

- **Método de diferencias Acumuladas**

El método de las diferencias acumuladas es un método estadístico utilizado por el AASHTO 1993 conforme al apéndice J de la Guía de Diseño Estructural de Pavimentos, para establecer Secciones Homogéneas.

Consiste en la siguiente secuencia de cálculo:

1. Se calcula el valor promedio de la deflexión para todo el tramo.
2. Se calcula la diferencia entre cada valor individual y el valor medio.
3. Se calcula los valores acumulados de las diferencias.
4. Se grafica en las abscisas las distancias y en las ordenadas los valores acumulados de las diferencias.

Cada variación de pendiente obtenida indica un cambio del comportamiento medio de un determinado segmento a otro.

- **DEFLECTOMETRÍA 2009**

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Derecho							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
59+300	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59+400	0.78	1.00	100.00	100.00	100.16	100.16	-8.13
59+500	0.78	0.78	100.00	200.00	78.15	178.30	-38.28
59+600	0.86	0.82	100.00	300.00	82.21	260.51	-64.36
59+700	0.86	0.86	100.00	400.00	86.38	346.90	-86.26
59+800	1.12	0.99	100.00	500.00	99.31	446.21	-95.24
59+900	0.87	0.99	100.00	600.00	99.37	545.58	-104.15
60+000	1.11	0.99	100.00	700.00	99.02	644.60	-113.42
60+100	1.56	1.34	100.00	800.00	133.59	778.19	-88.12
60+200	1.64	1.60	100.00	900.00	160.06	938.26	-36.35
60+300	2.09	1.87	100.00	1000.00	186.77	1125.03	42.14
66+600	1.36	1.73	6300.00	7300.00	10883.77	12008.80	4103.67
66+700	0.52	0.94	100.00	7400.00	94.17	12102.97	4089.55
66+800	0.43	0.47	100.00	7500.00	47.25	12150.22	4028.51
66+900	0.76	0.59	100.00	7600.00	59.07	12209.29	3979.29
67+000	0.52	0.64	100.00	7700.00	63.58	12272.87	3934.58

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Derecho							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
71+500	0.52	0.52	4500.00	12200.00	2323.26	14596.14	1384.82
71+600	0.77	0.65	100.00	12300.00	64.50	14660.64	1341.03
71+700	0.94	0.86	100.00	12400.00	85.91	14746.54	1318.65
71+800	0.52	0.73	100.00	12500.00	73.22	14819.76	1283.57
71+900	0.87	0.69	100.00	12600.00	69.36	14889.12	1244.64
76+600	1.01	0.94	4700.00	17300.00	4416.79	19305.91	571.83
76+700	1.03	1.02	100.00	17400.00	101.96	19407.87	565.50
76+800	0.52	0.77	100.00	17500.00	77.14	19485.01	534.35
76+900	0.75	0.63	100.00	17600.00	63.14	19548.15	489.20
77+000	0.75	0.75	100.00	17700.00	75.03	19623.18	455.94
80+100	0.76	0.76	3100.00	20800.00	2341.98	21965.17	-559.05
80+200	1.11	0.93	100.00	20900.00	93.48	22058.64	-573.86
80+300	1.27	1.19	100.00	21000.00	119.08	22177.73	-563.06
80+400	1.10	1.19	100.00	21100.00	118.51	22296.23	-552.85
80+500	1.36	1.23	100.00	21200.00	122.88	22419.12	-538.25
84+600	0.76	1.06	4100.00	25300.00	4347.41	26766.52	-630.72
84+700	0.34	0.55	100.00	25400.00	55.22	26821.74	-683.78
84+800	0.59	0.47	100.00	25500.00	46.54	26868.28	-745.54
84+900	0.84	0.71	100.00	25600.00	71.32	26939.60	-782.51
85+000	0.67	0.75	100.00	25700.00	75.24	27014.84	-815.56
91+100	0.94	0.80	6100.00	31800.00	4903.28	31918.13	-2517.93
91+200	0.93	0.94	100.00	31900.00	93.67	32011.79	-2532.55
91+300	1.03	0.98	100.00	32000.00	98.31	32110.11	-2542.53
91+400	2.05	1.54	100.00	32100.00	154.07	32264.18	-2496.75
91+500	0.85	1.45	100.00	32200.00	144.74	32408.92	-2460.30
97+800	2.17	1.51	6300.00	38500.00	9505.75	41914.67	223.22
97+900	0.95	1.56	100.00	38600.00	156.34	42071.01	271.27
98+000	0.69	0.82	100.00	38700.00	82.42	42153.43	245.40
98+100	0.60	0.65	100.00	38800.00	64.91	42218.34	202.02
98+200	1.30	0.95	100.00	38900.00	95.25	42313.59	188.98
100+500	0.69	1.00	2300.00	41200.00	2289.92	44603.51	-11.76
100+600	0.95	0.82	100.00	41300.00	81.84	44685.35	-38.20
100+700	0.51	0.73	100.00	41400.00	72.84	44758.19	-73.65
100+800	1.89	1.20	100.00	41500.00	120.08	44878.27	-61.86
100+900	1.20	1.55	100.00	41600.00	154.52	45032.79	-15.63
101+000	1.28	1.24	100.00	41700.00	123.92	45156.72	-0.00

• DEFLECTOMETRÍA 2010

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Derecho							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
68+800	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68+900	0.59	0.64	100.00	100.00	64.08	64.08	12.16
69+000	0.27	0.43	100.00	200.00	42.96	107.04	3.20
69+100	0.47	0.37	100.00	300.00	37.16	144.20	-11.57
69+200	0.62	0.55	100.00	400.00	54.69	198.89	-8.80
69+300	0.59	0.60	100.00	500.00	60.47	259.36	-0.25
69+400	0.63	0.61	100.00	600.00	60.62	319.98	8.45
69+500	0.47	0.55	100.00	700.00	54.61	374.59	11.13
69+600	0.59	0.53	100.00	800.00	52.82	427.41	12.03
69+780	0.71	0.65	180.00	980.00	116.73	544.14	35.30
69+800	0.89	0.80	20.00	1000.00	15.93	560.07	40.85
69+900	0.77	0.83	100.00	1100.00	83.03	643.10	71.96
70+000	0.70	0.74	100.00	1200.00	73.69	716.79	93.73
70+100	0.95	0.83	100.00	1300.00	82.74	799.53	124.54
70+200	0.62	0.79	100.00	1400.00	78.85	878.38	151.47
70+300	0.55	0.59	100.00	1500.00	58.55	936.93	158.10
70+400	0.42	0.48	100.00	1600.00	48.48	985.41	154.66
70+500	0.47	0.45	100.00	1700.00	44.66	1030.07	147.39
70+600	0.47	0.47	100.00	1800.00	46.89	1076.96	142.36
70+700	0.38	0.42	100.00	1900.00	42.45	1119.41	132.89
70+800	0.31	0.34	100.00	2000.00	34.47	1153.88	115.43
70+900	0.57	0.44	100.00	2100.00	43.88	1197.76	107.39
71+000	0.39	0.48	100.00	2200.00	48.04	1245.79	103.51
71+100	0.28	0.33	100.00	2300.00	33.29	1279.08	84.87
71+200	0.39	0.34	100.00	2400.00	33.54	1312.63	66.50
71+300	0.27	0.33	100.00	2500.00	33.46	1346.09	48.04
71+400	0.54	0.41	100.00	2600.00	40.77	1386.86	36.88
71+500	0.42	0.48	100.00	2700.00	48.09	1434.95	33.06
71+600	0.54	0.48	100.00	2800.00	48.24	1483.19	29.37
71+700	0.54	0.54	100.00	2900.00	54.28	1537.47	31.73
71+800	0.46	0.50	100.00	3000.00	50.35	1587.82	30.16
71+900	0.54	0.50	100.00	3100.00	50.40	1638.21	28.63
72+000	0.47	0.51	100.00	3200.00	50.51	1688.72	27.21
72+100	0.39	0.43	100.00	3300.00	43.10	1731.82	18.39
72+200	0.55	0.47	100.00	3400.00	47.32	1779.14	13.79
72+300	0.55	0.55	100.00	3500.00	55.07	1834.21	16.94
72+400	0.43	0.49	100.00	3600.00	49.18	1883.40	14.20

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Derecho							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
72+500	0.39	0.41	100.00	3700.00	41.43	1924.83	3.71
72+600	0.43	0.41	100.00	3800.00	41.45	1966.27	-6.77
72+700	0.59	0.51	100.00	3900.00	51.27	2017.54	-7.42
72+800	0.63	0.61	100.00	4000.00	60.99	2078.53	1.65
72+900	0.78	0.71	100.00	4100.00	70.63	2149.16	20.36
73+000	0.51	0.65	100.00	4200.00	64.81	2213.97	33.24
73+100	0.71	0.61	100.00	4300.00	60.96	2274.93	42.28
73+200	0.43	0.57	100.00	4400.00	56.95	2331.88	47.31
73+300	0.63	0.53	100.00	4500.00	52.96	2384.84	48.34
73+400	0.39	0.51	100.00	4600.00	50.89	2435.73	47.31
73+500	0.78	0.59	100.00	4700.00	58.74	2494.47	54.13
73+600	0.58	0.68	100.00	4800.00	68.29	2562.76	70.50
73+700	0.63	0.60	100.00	4900.00	60.49	2623.25	79.07
73+800	0.74	0.69	100.00	5000.00	68.64	2691.89	95.78
73+900	0.28	0.51	100.00	5100.00	51.01	2742.90	94.87
74+000	0.27	0.28	100.00	5200.00	27.53	2770.42	70.47
74+100	0.39	0.33	100.00	5300.00	33.22	2803.65	51.77
74+200	0.63	0.51	100.00	5400.00	50.98	2854.62	50.83
74+300	0.35	0.49	100.00	5500.00	48.95	2903.57	47.85
74+400	0.39	0.37	100.00	5600.00	37.09	2940.66	33.02
74+500	0.47	0.43	100.00	5700.00	43.09	2983.76	24.20
74+600	0.55	0.51	100.00	5800.00	50.81	3034.57	23.08
74+700	0.39	0.47	100.00	5900.00	46.84	3081.40	18.00
74+800	0.67	0.53	100.00	6000.00	52.92	3134.33	19.00
74+900	0.47	0.57	100.00	6100.00	56.99	3191.32	24.07
75+000	0.98	0.72	100.00	6200.00	72.37	3263.69	44.51
75+100	0.78	0.88	100.00	6300.00	87.95	3351.64	80.54
75+200	0.90	0.84	100.00	6400.00	84.25	3435.89	112.87
75+300	0.99	0.94	100.00	6500.00	94.43	3530.31	155.37
75+400	0.78	0.88	100.00	6600.00	88.43	3618.74	191.88
75+500	0.74	0.76	100.00	6700.00	76.33	3695.07	216.29
75+600	0.51	0.63	100.00	6800.00	62.64	3757.71	227.00
75+700	0.67	0.59	100.00	6900.00	58.94	3816.65	234.02
75+800	0.82	0.75	100.00	7000.00	74.67	3891.32	256.77
75+900	0.86	0.84	100.00	7100.00	84.26	3975.58	289.11
76+000	0.78	0.82	100.00	7200.00	82.33	4057.91	319.52
76+100	0.31	0.55	100.00	7300.00	54.77	4112.68	322.37
76+200	0.39	0.35	100.00	7400.00	35.18	4147.87	305.63
76+300	0.31	0.35	100.00	7500.00	35.14	4183.01	288.85

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Derecho							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
76+400	0.35	0.33	100.00	7600.00	32.94	4215.94	269.86
76+500	0.66	0.51	100.00	7700.00	50.58	4266.52	268.52
76+600	0.97	0.82	100.00	7800.00	81.62	4348.14	298.22
76+700	0.66	0.82	100.00	7900.00	81.53	4429.67	327.83
76+800	0.39	0.53	100.00	8000.00	52.66	4482.34	328.57
76+900	0.35	0.37	100.00	8100.00	37.35	4519.69	314.00
77+000	0.27	0.31	100.00	8200.00	31.45	4551.14	293.53
77+100	0.39	0.33	100.00	8300.00	33.28	4584.43	274.89
77+200	0.31	0.35	100.00	8400.00	35.31	4619.73	258.27
77+300	0.35	0.33	100.00	8500.00	33.44	4653.17	239.79
77+400	0.43	0.39	100.00	8600.00	39.35	4692.52	227.22
77+500	0.27	0.35	100.00	8700.00	35.39	4727.91	210.69
77+600	0.31	0.29	100.00	8800.00	29.44	4757.35	188.20
77+700	0.24	0.27	100.00	8900.00	27.49	4784.84	163.77
77+800	0.24	0.24	100.00	9000.00	23.55	4808.39	135.40
77+900	0.31	0.27	100.00	9100.00	27.46	4835.86	110.94
78+000	0.39	0.35	100.00	9200.00	35.36	4871.22	94.39
78+100	0.55	0.47	100.00	9300.00	46.94	4918.16	89.41
78+200	0.66	0.60	100.00	9400.00	60.32	4978.48	97.80
78+300	0.36	0.51	100.00	9500.00	50.83	5029.31	96.71
78+400	0.32	0.34	100.00	9600.00	33.64	5062.95	78.42
78+500	0.55	0.43	100.00	9700.00	43.35	5106.30	69.86
78+600	0.31	0.43	100.00	9800.00	43.24	5149.54	61.17
78+700	0.24	0.28	100.00	9900.00	27.53	5177.08	36.79
78+800	0.32	0.28	100.00	10000.00	27.59	5204.66	12.45
78+900	0.59	0.45	100.00	10100.00	45.31	5249.98	5.84
79+000	0.39	0.49	100.00	10200.00	49.22	5299.20	3.14
79+100	0.40	0.40	100.00	10300.00	39.54	5338.74	-9.24
79+200	0.28	0.34	100.00	10400.00	33.72	5372.46	-27.45
79+300	0.59	0.43	100.00	10500.00	43.33	5415.79	-36.04
79+400	0.67	0.63	100.00	10600.00	62.90	5478.68	-25.06
79+500	0.63	0.65	100.00	10700.00	65.05	5543.73	-11.94
79+600	0.67	0.65	100.00	10800.00	64.97	5608.70	1.11
79+700	0.59	0.63	100.00	10900.00	62.93	5671.63	12.12
79+800	0.51	0.55	100.00	11000.00	55.31	5726.94	15.51
79+900	0.40	0.46	100.00	11100.00	45.56	5772.50	9.14
80+000	0.59	0.49	100.00	11200.00	49.35	5821.85	6.57
80+100	0.55	0.57	100.00	11300.00	57.26	5879.11	11.91
80+200	0.43	0.49	100.00	11400.00	49.31	5928.42	9.30
80+300	0.99	0.71	100.00	11500.00	70.99	5999.41	28.36

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Derecho							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
80+400	0.51	0.75	100.00	11600.00	74.95	6074.36	51.39
80+500	0.43	0.47	100.00	11700.00	47.17	6121.53	46.64
80+600	0.44	0.43	100.00	11800.00	43.46	6164.99	38.18
80+700	0.59	0.51	100.00	11900.00	51.45	6216.44	37.71
80+800	0.36	0.47	100.00	12000.00	47.38	6263.82	33.17
80+900	0.91	0.63	100.00	12100.00	63.08	6326.90	44.32
81+000	0.83	0.87	100.00	12200.00	86.77	6413.68	79.18
81+100	0.83	0.83	100.00	12300.00	82.91	6496.58	110.16
81+200	0.32	0.57	100.00	12400.00	57.28	6553.87	115.52
81+300	0.55	0.44	100.00	12500.00	43.50	6597.37	107.10
81+400	0.32	0.43	100.00	12600.00	43.41	6640.78	98.59
81+500	0.47	0.39	100.00	12700.00	39.22	6680.00	85.89
81+600	0.55	0.51	100.00	12800.00	50.90	6730.89	84.86
81+700	0.28	0.41	100.00	12900.00	41.36	6772.25	74.29
81+800	0.28	0.28	100.00	13000.00	27.69	6799.94	50.06
81+900	0.39	0.33	100.00	13100.00	33.23	6833.16	31.36
82+000	0.59	0.49	100.00	13200.00	48.74	6881.91	28.19
82+100	0.47	0.53	100.00	13300.00	52.93	6934.83	29.19
82+200	0.63	0.55	100.00	13400.00	54.99	6989.82	32.26
82+300	0.70	0.66	100.00	13500.00	66.28	7056.11	46.62
82+400	0.63	0.66	100.00	13600.00	66.32	7122.42	61.01
82+500	0.51	0.57	100.00	13700.00	56.94	7179.36	66.03
82+600	0.35	0.43	100.00	13800.00	43.22	7222.58	57.32
82+700	0.23	0.29	100.00	13900.00	29.39	7251.97	34.79
82+800	0.40	0.32	100.00	14000.00	31.54	7283.51	14.41
82+900	0.40	0.40	100.00	14100.00	39.60	7323.10	2.08
83+000	0.44	0.42	100.00	14200.00	41.54	7364.64	-8.30
83+100	0.79	0.61	100.00	14300.00	61.15	7425.79	0.92
83+200	0.40	0.59	100.00	14400.00	59.17	7484.95	8.17
83+300	0.87	0.63	100.00	14500.00	63.04	7547.99	19.28
83+400	0.44	0.65	100.00	14600.00	65.09	7613.09	32.45
83+500	0.59	0.51	100.00	14700.00	51.29	7664.38	31.82
83+600	0.51	0.55	100.00	14800.00	54.78	7719.15	34.68
83+700	0.75	0.63	100.00	14900.00	62.59	7781.74	45.34
83+800	0.27	0.51	100.00	15000.00	50.92	7832.66	44.34
83+900	0.13	0.20	100.00	15100.00	20.00	7852.67	12.42
84+000	0.66	0.39	100.00	15200.00	39.50	7892.16	0.00

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Izquierdo							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
68+800	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68+900	0.39	0.47	100.00	100.00	46.71	46.71	1.68
69+000	0.38	0.39	100.00	200.00	38.57	85.28	-4.78
69+100	0.24	0.31	100.00	300.00	30.88	116.17	-18.93
69+200	0.27	0.25	100.00	400.00	25.43	141.60	-38.53
69+300	0.31	0.29	100.00	500.00	29.14	170.74	-54.43
69+400	0.35	0.33	100.00	600.00	32.88	203.62	-66.59
69+500	0.39	0.37	100.00	700.00	37.01	240.62	-74.61
69+600	0.43	0.41	100.00	800.00	41.02	281.64	-78.63
69+700	0.66	0.55	100.00	900.00	54.62	336.25	-69.05
69+800	0.55	0.61	100.00	1000.00	60.60	396.86	-53.48
69+900	0.39	0.47	100.00	1100.00	46.91	443.77	-51.60
70+000	0.27	0.33	100.00	1200.00	33.20	476.97	-63.43
70+100	0.46	0.37	100.00	1300.00	36.84	513.80	-71.63
70+200	0.31	0.39	100.00	1400.00	38.81	552.61	-77.86
70+300	0.27	0.29	100.00	1500.00	29.17	581.79	-93.72
70+400	0.47	0.37	100.00	1600.00	36.84	618.62	-101.91
70+500	0.31	0.39	100.00	1700.00	38.97	657.59	-107.98
70+600	0.31	0.31	100.00	1800.00	31.31	688.91	-121.70
70+700	0.28	0.29	100.00	1900.00	29.48	718.39	-137.25
70+800	0.47	0.37	100.00	2000.00	37.27	755.65	-145.02
70+900	0.23	0.35	100.00	2100.00	35.19	790.85	-154.86
71+005	0.31	0.27	105.00	2205.00	28.79	819.64	-173.36
71+100	0.36	0.33	95.00	2300.00	31.82	851.45	-184.32
71+194	0.79	0.57	94.00	2394.00	53.78	905.23	-172.87
71+300	0.36	0.57	106.00	2500.00	60.60	965.83	-160.01
71+395	0.15	0.25	95.00	2595.00	24.22	990.06	-178.57
71+500	0.31	0.23	105.00	2700.00	24.39	1014.45	-201.46
71+600	0.36	0.33	100.00	2800.00	33.27	1047.72	-213.22
71+700	0.51	0.43	100.00	2900.00	43.41	1091.13	-214.85
71+800	0.44	0.48	100.00	3000.00	47.54	1138.67	-212.34
71+900	0.35	0.39	100.00	3100.00	39.49	1178.16	-217.88
72+000	0.27	0.31	100.00	3200.00	31.27	1209.43	-231.64
72+100	0.43	0.35	100.00	3300.00	35.42	1244.85	-241.26
72+200	0.35	0.39	100.00	3400.00	39.46	1284.30	-246.84
72+300	0.20	0.28	100.00	3500.00	27.56	1311.86	-264.31
72+400	0.32	0.26	100.00	3600.00	25.59	1337.45	-283.76
72+500	0.23	0.28	100.00	3700.00	27.50	1364.96	-301.28
72+600	0.35	0.29	100.00	3800.00	29.30	1394.26	-317.02
72+700	0.39	0.37	100.00	3900.00	37.25	1431.50	-324.81

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Izquierdo							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
72+800	0.35	0.37	100.00	4000.00	37.35	1468.85	-332.49
72+900	0.39	0.37	100.00	4100.00	37.05	1505.90	-340.48
73+000	0.39	0.39	100.00	4200.00	39.02	1544.92	-346.49
73+100	0.24	0.31	100.00	4300.00	31.45	1576.37	-360.07
73+200	0.35	0.29	100.00	4400.00	29.50	1605.87	-375.61
73+300	0.43	0.39	100.00	4500.00	39.19	1645.06	-381.46
73+400	0.27	0.35	100.00	4600.00	35.15	1680.20	-391.34
73+500	0.39	0.33	100.00	4700.00	33.22	1713.43	-403.15
73+600	0.31	0.35	100.00	4800.00	35.31	1748.74	-412.87
73+700	0.35	0.33	100.00	4900.00	33.29	1782.03	-424.62
73+800	0.27	0.31	100.00	5000.00	31.11	1813.14	-438.54
73+900	0.27	0.27	100.00	5100.00	26.95	1840.10	-456.62
74+000	0.16	0.22	100.00	5200.00	21.64	1861.74	-480.01
74+100	0.43	0.30	100.00	5300.00	29.50	1891.24	-495.54
74+200	0.58	0.50	100.00	5400.00	50.28	1941.52	-490.29
74+300	0.58	0.58	100.00	5500.00	58.10	1999.62	-477.23
74+400	0.39	0.49	100.00	5600.00	48.65	2048.27	-473.61
74+500	0.35	0.37	100.00	5700.00	37.00	2085.27	-481.64
74+600	0.35	0.35	100.00	5800.00	35.14	2120.41	-491.54
74+700	0.35	0.35	100.00	5900.00	35.31	2155.72	-501.26
74+800	0.35	0.35	100.00	6000.00	35.24	2190.96	-511.05
74+900	0.39	0.37	100.00	6100.00	37.03	2227.99	-519.06
75+000	0.66	0.53	100.00	6200.00	52.54	2280.53	-511.55
75+100	0.35	0.51	100.00	6300.00	50.79	2331.32	-505.80
75+200	0.47	0.41	100.00	6400.00	41.14	2372.46	-509.69
75+300	0.47	0.47	100.00	6500.00	46.95	2419.40	-507.78
75+400	0.42	0.45	100.00	6600.00	44.66	2464.07	-508.15
75+500	0.27	0.35	100.00	6700.00	34.94	2499.01	-518.24
75+600	0.43	0.35	100.00	6800.00	35.22	2534.23	-528.06
75+700	0.27	0.35	100.00	6900.00	35.13	2569.36	-537.96
75+800	0.31	0.29	100.00	7000.00	29.32	2598.68	-553.67
75+900	0.27	0.29	100.00	7100.00	29.23	2627.91	-569.47
76+000	0.47	0.37	100.00	7200.00	37.10	2665.02	-577.40
76+100	0.27	0.37	100.00	7300.00	37.21	2702.22	-585.23
76+200	0.31	0.29	100.00	7400.00	29.32	2731.55	-600.94
76+300	0.31	0.31	100.00	7500.00	31.35	2762.90	-614.62
76+400	0.35	0.33	100.00	7600.00	33.27	2796.17	-626.39
76+500	0.31	0.33	100.00	7700.00	33.10	2829.26	-638.32
76+600	0.47	0.39	100.00	7800.00	38.86	2868.12	-644.50

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Izquierdo							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
76+700	0.47	0.47	100.00	7900.00	46.80	2914.92	-642.74
76+800	0.35	0.41	100.00	8000.00	41.03	2955.94	-646.74
76+900	0.35	0.35	100.00	8100.00	35.25	2991.19	-656.53
77+000	0.27	0.31	100.00	8200.00	31.36	3022.55	-670.20
77+085	0.31	0.29	85.00	8285.00	24.88	3047.43	-683.60
77+180	0.31	0.31	95.00	8380.00	29.68	3077.11	-696.70
77+300	0.31	0.31	120.00	8500.00	37.64	3114.76	-713.10
77+400	0.39	0.35	100.00	8600.00	35.33	3150.09	-722.80
77+500	0.40	0.39	100.00	8700.00	39.42	3189.51	-728.42
77+600	0.27	0.34	100.00	8800.00	33.52	3223.03	-739.93
77+710	0.35	0.31	110.00	8910.00	34.46	3257.49	-755.01
77+800	0.47	0.41	90.00	9000.00	36.94	3294.42	-758.60
77+900	0.36	0.41	100.00	9100.00	41.21	3335.64	-762.42
78+000	0.39	0.37	100.00	9200.00	37.41	3373.05	-770.04
78+100	0.59	0.49	100.00	9300.00	49.18	3422.23	-765.89
78+200	0.59	0.59	100.00	9400.00	59.10	3481.33	-751.83
78+300	0.31	0.45	100.00	9500.00	45.21	3526.54	-751.65
78+400	0.28	0.29	100.00	9600.00	29.49	3556.03	-767.19
78+500	0.35	0.32	100.00	9700.00	31.57	3587.60	-780.66
78+600	0.43	0.39	100.00	9800.00	39.34	3626.94	-786.35
78+700	0.28	0.35	100.00	9900.00	35.42	3662.36	-795.96
78+770	0.40	0.34	70.00	9970.00	23.53	3685.89	-803.96
78+900	0.36	0.38	130.00	10100.00	48.84	3734.73	-813.66
79+000	0.40	0.38	100.00	10200.00	37.60	3772.33	-821.10
79+100	0.43	0.41	100.00	10300.00	41.36	3813.69	-824.77
79+200	0.32	0.37	100.00	10400.00	37.42	3851.10	-832.39
79+300	0.47	0.40	100.00	10500.00	39.59	3890.70	-837.83
79+400	0.43	0.45	100.00	10600.00	45.34	3936.04	-837.52
79+500	0.59	0.51	100.00	10700.00	51.14	3987.18	-831.41
79+600	0.47	0.53	100.00	10800.00	53.15	4040.33	-823.29
79+700	0.47	0.47	100.00	10900.00	47.35	4087.68	-820.98
79+800	0.47	0.47	100.00	11000.00	47.38	4135.06	-818.63
79+900	0.35	0.41	100.00	11100.00	41.35	4176.42	-822.31
80+000	0.51	0.43	100.00	11200.00	43.28	4219.70	-824.07
80+100	0.55	0.53	100.00	11300.00	53.31	4273.01	-815.79
80+200	0.44	0.49	100.00	11400.00	49.48	4322.48	-811.34
80+300	1.25	0.84	100.00	11500.00	84.45	4406.94	-771.93
80+400	1.02	1.14	100.00	11600.00	113.70	4520.64	-703.26
80+500	0.90	0.96	100.00	11700.00	96.05	4616.69	-652.24
80+600	0.94	0.92	100.00	11800.00	91.98	4708.67	-605.29

Método Diferencias Acumuladas- Deflexiones Lado Izquierdo							
Progresiva	D máx. (mm)	\bar{D}	Δli	$\Sigma \Delta li$	A_i	ΣA_i	Z_i
80+700	0.94	0.94	100.00	11900.00	94.11	4802.78	-556.21
80+800	0.98	0.96	100.00	12000.00	96.14	4898.92	-505.11
80+900	1.13	1.06	100.00	12100.00	105.64	5004.56	-444.50
81+000	0.82	0.98	100.00	12200.00	97.90	5102.46	-391.64
81+100	0.79	0.81	100.00	12300.00	80.54	5183.00	-356.13
81+200	0.48	0.63	100.00	12400.00	63.14	5246.14	-338.03
81+300	0.83	0.65	100.00	12500.00	65.38	5311.52	-317.68
81+400	0.78	0.81	100.00	12600.00	80.80	5392.31	-281.92
81+500	0.90	0.84	100.00	12700.00	84.40	5476.71	-242.55
81+600	0.87	0.88	100.00	12800.00	88.50	5565.21	-199.09
81+700	0.82	0.85	100.00	12900.00	84.56	5649.77	-159.56
81+800	0.75	0.79	100.00	13000.00	78.65	5728.42	-125.95
81+900	0.48	0.61	100.00	13100.00	61.18	5789.60	-109.80
82+000	0.79	0.63	100.00	13200.00	63.16	5852.76	-91.67
82+100	0.79	0.79	100.00	13300.00	78.70	5931.46	-58.01
82+200	0.83	0.81	100.00	13400.00	80.58	6012.04	-22.46
82+300	0.59	0.71	100.00	13500.00	70.65	6082.70	3.16
82+400	0.71	0.65	100.00	13600.00	64.80	6147.50	22.93
82+500	0.55	0.63	100.00	13700.00	63.13	6210.63	41.03
82+600	0.28	0.41	100.00	13800.00	41.48	6252.10	37.47
82+700	0.28	0.28	100.00	13900.00	27.68	6279.79	20.12
82+800	0.32	0.30	100.00	14000.00	29.76	6309.54	4.84
82+900	0.39	0.35	100.00	14100.00	35.39	6344.93	-4.81
83+000	0.59	0.49	100.00	14200.00	49.11	6394.04	-0.73
83+100	0.87	0.73	100.00	14300.00	73.04	6467.08	27.27
83+200	0.39	0.63	100.00	14400.00	63.13	6530.21	45.37
83+300	0.75	0.57	100.00	14500.00	57.25	6587.46	57.59
83+400	0.39	0.57	100.00	14600.00	57.30	6644.76	69.86
83+500	0.35	0.37	100.00	14700.00	37.28	6682.04	62.10
83+600	0.39	0.37	100.00	14800.00	37.08	6719.13	54.15
83+700	0.43	0.41	100.00	14900.00	40.80	6759.93	49.92
83+800	0.27	0.35	100.00	15000.00	34.84	6794.76	39.73
83+900	0.23	0.25	100.00	15100.00	25.16	6819.93	19.85
84+000	0.27	0.25	100.00	15200.00	25.18	6845.11	0.00

ANEXO 3.0: RESULTADOS DE MEDICION DEL IRI (ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL)

RESUMEN DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

TRAMO TOTAL : DEL 55+050 AL 78+450
CARRIL DE ENSAYO : DERECHO
CARPETA DE RODADURA : SLURRY SEAL

CODIGO DEL ARCHIVO	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG. INICIAL	PROG. FINAL			
I- 01	55+050	- 55+450	A 1m del borde	3.08	23/06/2009
I- 02	55+450	- 55+850	A 1m del borde	2.80	23/06/2009
I- 03	55+850	- 56+250	A 1m del borde	3.23	23/06/2009
I- 04	56+250	- 56+650	A 1m del borde	2.87	23/06/2009
I- 05	57+000	- 57+400	A 1m del borde	3.28	24/06/2009
I- 06	57+400	- 57+800	A 1m del borde	3.74	24/06/2009
I- 07	57+800	- 58+200	A 1m del borde	3.78	24/06/2009
I- 08	58+200	- 58+600	A 1m del borde	4.00	24/06/2009
I- 09	58+900	- 59+300	A 1m del borde	3.21	24/06/2009
I- 10	59+300	- 59+700	A 1m del borde	3.75	24/06/2009
I- 11	59+700	- 60+100	A 1m del borde	4.08	25/06/2009
I- 12	60+500	- 60+900	A 1m del borde	3.19	25/06/2009
I- 13	61+500	- 61+900	A 0.70m del borde	3.61	25/06/2009
I- 14	62+560	- 62+960	A 1.00m del borde	2.91	26/06/2009
I- 15	63+000	- 63+400	A 1.00m del borde	3.48	26/06/2009
I- 16	64+100	- 64+500	A 1.00m del borde	2.54	26/06/2009
I- 17	65+600	- 66+000	A 1.00m del borde	3.17	02/07/2009
I- 18	66+000	- 66+400	A 1.00m del borde	3.22	02/07/2009
I- 19	67+600	- 68+000	A 1.00m del borde	3.74	02/07/2009
I- 20	68+500	- 68+900	A 1.00m del borde	2.85	02/07/2009
I- 21	69+045	- 69+445	A 1.00m del borde	3.86	02/07/2009
I- 22	70+150	- 70+550	A 1.00m del borde	3.08	02/07/2009
I- 23	71+500	- 71+900	A 1.00m del borde	3.80	02/07/2009
I- 24	72+000	- 72+400	A 1.00m del borde	3.55	03/07/2009
I- 25	73+100	- 73+500	A 1.00m del borde	3.34	03/07/2009
I- 26	74+400	- 74+800	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I- 27	75+000	- 75+400	A 1.00m del borde	3.57	03/07/2009
I- 28	76+300	- 76+700	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I- 29	77+200	- 77+600	A 1.00m del borde	3.18	03/07/2009
I- 30	78+050	- 78+450	A 1.00m del borde	2.84	03/07/2009

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

TRAMO TOTAL : DEL 79+500 AL 138+935
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO
 CARPETA DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL
 RODADURA : MONOCAPA

CODIGO DEL ARCHIVO	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG. INICIAL	PROG. FINAL			
I - 31	79+500	- 79+900	A 1.00m del borde	4.64	29/06/2009
I - 32	79+900	- 80+300	A 1.00m del borde	3.51	29/06/2009
I - 33	80+300	- 80+700	A 1.00m del borde	3.49	29/06/2009
I - 34	80+700	- 81+100	A 1.00m del borde	3.74	29/06/2009
I - 35	81+900	- 82+300	A 1.00m del borde	6.32	29/06/2009
I - 36	82+300	- 82+700	A 1.00m del borde	3.50	29/06/2009
I - 37	83+000	- 83+400	A 1.00m del borde	5.89	29/06/2009
I - 38	84+000	- 84+400	A 1.00m del borde	5.05	29/06/2009
I - 39	84+400	- 84+800	A 1.00m del borde	4.01	29/06/2009
I - 40	84+800	- 85+200	A 1.00m del borde	4.02	29/06/2009
I - 41	85+200	- 85+600	A 1.00m del borde	4.55	29/06/2009
I - 42	86+130	- 86+530	A 1.00m del borde	3.85	03/07/2009
I - 43	87+400	- 87+800	A 1.00m del borde	4.02	03/07/2009
I - 44	88+500	- 88+900	A 1.00m del borde	3.61	04/07/2009
I - 45	89+000	- 89+400	A 1.00m del borde	4.56	04/07/2009
I - 46	90+500	- 90+900	A 1.00m del borde	4.51	04/07/2009
I - 47	91+200	- 91+600	A 1.00m del borde	4.32	04/07/2009
I - 48	92+400	- 92+800	A 1.00m del borde	2.91	10/07/2009
I - 49	93+200	- 93+600	A 1.00m del borde	3.34	10/07/2009
I - 50	94+300	- 94+700	A 1.00m del borde	2.99	10/07/2009
I - 51	95+600	- 96+000	A 1.00m del borde	4.55	10/07/2009
I - 52	96+400	- 96+800	A 1.00m del borde	5.01	10/07/2009
I - 53	97+200	- 97+600	A 1.00m del borde	4.30	10/07/2009
I - 54	98+000	- 98+400	A 1.00m del borde	5.05	10/07/2009
I - 55	99+100	- 99+500	A 1.00m del borde	4.51	10/07/2009
I - 56	100+000	- 100+400	A 1.00m del borde	5.09	30/06/2009
I - 57	100+400	100+800	A 1.00m del borde	4.52	30/06/2009
I - 58	100+800	- 101+200	A 1.00m del borde	5.42	30/06/2009
I - 59	101+200	- 101+600	A 1.00m del borde	4.64	30/06/2009
I - 60	102+400	- 102+800	A 1.00m del borde	5.40	30/06/2009
I - 61	103+000	- 103+400	A 1.00m del borde	4.02	06/07/2009
I - 62	104+000	- 104+400	A 1.00m del borde	4.28	06/07/2009
I - 63	105+000	105+400	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
I - 64	106+000	- 106+400	A 1.00m del borde	4.15	06/07/2009

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

TRAMO TOTAL : DEL 79+500 AL 138+935
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO
 CARPETA DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL
 RODADURA : MONOCAPA

CODIGO DEL ARCHIVO	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG. INICIAL	PROG. FINAL			
I - 65	107+200	- 107+600	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
I - 66	107+700	- 108+100	A 1.00m del borde	3.81	06/07/2009
I - 67	108+200	- 108+600	A 1.00m del borde	3.97	07/07/2009
I - 68	109+600	- 110+000	A 1.00m del borde	4.37	07/07/2009
I - 69	110+400	- 110+800	A 1.00m del borde	3.68	07/07/2009
I - 70	111+400	- 111+800	A 1.00m del borde	3.99	07/07/2009
I - 71	112+100	- 112+500	A 1.00m del borde	4.71	07/07/2009
I - 72	113+300	- 113+700	A 1.00m del borde	4.52	07/07/2009
I - 73	114+900	- 115+300	A 1.00m del borde	4.73	07/07/2009
I - 74	115+300	- 115+700	A 1.00m del borde	4.86	07/07/2009
I - 75	116+600	- 117+000	A 1.00m del borde	4.30	08/07/2009
I - 76	117+600	- 118+000	A 1.00m del borde	3.82	08/07/2009
I - 77	118+600	- 119+000	A 1.00m del borde	4.71	08/07/2009
I - 78	119+500	- 119+900	A 1.00m del borde	5.10	08/07/2009
I - 79	120+300	- 120+700	A 1.00m del borde	4.52	08/07/2009
I - 80	121+800	- 122+200	A 1.00m del borde	3.67	08/07/2009
I - 81	123+300	- 123+700	A 1.00m del borde	5.24	08/07/2009
I - 82	124+100	- 124+500	A 1.00m del borde	4.82	08/07/2009
I - 83	125+500	- 125+900	A 1.00m del borde	4.04	08/07/2009
I - 84	126+400	- 126+800	A 1.00m del borde	4.59	08/07/2009
I - 85	127+400	- 127+800	A 1.00m del borde	3.48	09/07/2009
I - 86	127+800	- 128+200	A 1.00m del borde	3.66	09/07/2009
I - 87	129+300	- 129+700	A 1.00m del borde	3.80	09/07/2009
I - 88	130+100	- 130+500	A 1.00m del borde	4.48	09/07/2009
I - 89	131+600	- 132+000	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
I - 90	132+400	- 132+800	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
I - 91	133+500	- 133+900	A 1.00m del borde	4.29	09/07/2009
I - 92	134+500	- 134+900	A 1.00m del borde	4.49	09/07/2009
I - 93	135+500	- 135+900	A 1.00m del borde	3.93	09/07/2009
I - 94	136+590	- 136+990	A 1.00m del borde	5.03	09/07/2009
I - 95	137+300	- 137+700	A 1.00m del borde	4.73	09/07/2009
I - 96	138+535	- 138+935	A 1.00m del borde	4.46	09/07/2009

**RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)-
FEBRERO 2010**

TRAMO		IRI (m/km)									
		LADO DERECHO					LADO IZQUIERDO				
P. INICIAL	P. FINAL	1ra	2da	3ra	4ta	PROM	1ra	2da	3ra	4ta	PRO M
73+600	74+000	3.58		3.40		3.49	3.24	3.58	3.64		3.49
74+000	74+400	4.36		4.25		4.31	4.25	3.53	4.04		3.94
74+400	74+800	3.66		3.73		3.70	3.79	3.39	3.19		3.46
74+800	75+200	3.99		3.80		3.90	3.32	3.82	3.61		3.58
75+200	75+600	3.04		3.35		3.20	3.17	3.13	3.10		3.13
75+600	76+000	3.46		3.51		3.49	3.82	3.31	3.53		3.55
76+000	76+400	3.65	4.05	3.30		3.67	3.27	3.38	3.85		3.50
76+400	76+800	4.11	3.29	3.48		3.63	3.79	3.32	4.15		3.75
76+800	77+200	3.49	3.58	3.54		3.54	2.88	3.75	3.41		3.35
77+200	77+600	3.73	3.78	3.72		3.74	2.98	3.31	2.94		3.08
77+900	78+300						3.03				3.03
78+300	78+700						3.34				3.34
79+000	79+400	5.39	5.38	5.35	5.30	5.36	4.73	5.05	4.97	4.65	4.85
79+300	79+700	5.47				5.47	4.14				4.14
79+700	80+100	5.52	4.97			5.25	4.25				4.25
80+100	80+500	4.34	4.34			4.34	3.74	4.33			4.04
80+500	80+900	4.71	5.00			4.86	3.95	3.58			3.77
80+900	81+300	4.52	3.90			4.21	4.29	4.62			4.46
81+300	81+700	4.70	5.05			4.88	4.40	4.10			4.25
81+700	82+100	5.19	4.60			4.90		4.17			4.17
82+100	82+500	4.20	3.60			3.90		3.30			3.30
82+500	82+900	3.87	3.96	4.23		4.02	3.62	3.56			3.59
83+000	83+400	4.36	3.64			4.00					
83+400	83+800	4.44	5.24			4.84	4.30	4.97			4.64
83+800	84+200	3.91	4.48	3.87		4.09	5.28	4.75			5.02
84+200	84+600	4.38	4.48	3.60		4.15	5.16	4.76			4.96
84+600	85+000	4.75	4.25	4.17		4.39	5.05	5.09	4.87		5.00

**ANEXO 4.0: CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
METODOLOGÍA PCI**

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - JUNIO 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDP	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
73+400	73+500	500	13	L	1	0.20	5.00	9.7	5	95
73+700	73+800	400	19	L	2.2	0.55	2.00	10.0	2	98
74+000	74+100	350	7	H	1	0.29	8.00	9.4	8	92
74+300	74+400	370				0.00		10.2	0	100
74+600	74+700	350	15	L	1.2	0.34	3.00	9.9	4	96
			19	L	1.4	0.40	1.00			
74+900	75+000	430	19	L	2.82	0.66	2.00	10.0	2	98
75+200	75+300	450				0.00		10.2	0	100
75+500	75+600	380				0.00		10.2	0	100
75+800	75+900	420	19	L	11	2.62	2.00	10.0	2	98
76+400	76+500	450	19	L	23.5	5.22	4.00	9.8	4	96
76+700	76+800	450	19	L	0.95	0.21	0.00	10.2	0	100
77+000	77+100	450				0.00		10.2	0	100
77+300	77+400	450	19	L	1.6	0.36	1.00	10.1	1	99

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - JUNIO 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDP	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
77+900	78+000	400	15	L	0.02	0.01	1.00	10.1	1	99
78+200	78+300	425				0.00		10.2	0	100
78+500	78+600	500	2	L	4.9	0.98	0.00	10.2	0	100
79+100	79+200	350	11	H	2.5	0.71	16.00			
			13	L	1	0.29	8.00	8.7	18	82
			19	M	0.03	0.01	0.00			
79+400	79+500	370	13	L	2	0.54	11.00	9.2	11	89
79+700	79+800	360	19	M	0.1	0.03	4.00	9.8	4	96
80+000	80+100	325	2	L	11	3.38	1.00	9.4	10	90
			13	L	1	0.31	9.00			
80+300	80+400	380	7	M	0.2	0.05	4.00	9.4	11	89
			13	L	1	0.26	9.00			
80+600	80+700	470	11	H	0.2	0.04	6.00			
			13	M	3	0.64	12.00	9.1	14	86
			19	L	0.04	0.01	0.00			
80+900	81+000	420	11	L	9.9	2.36	5.00	8.3	22	78
			13	L	5	1.19	20.00			
81+200	81+300	500	13	M	3	0.60	23.00	8.1	24	76
			19	L	1.5	0.30	1.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - JUNIO 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDP	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
81+500	81+600	500	11	L	0.8	0.16	0.00	9.3	10	90
			13	L	2	0.40	10.00			
81+800	81+900	350	11	L	0.9	0.26	0.00	9.1	12	88
			13	L	2	0.57	12.00			
82+100	82+300	400	11	L	0.6	0.15	0.00	9.2	11	89
			13	L	2	0.50	11.00			
82+400	82+500	450	11	L	1.7	0.38	1.00	9.5	8	92
			13	L	1	0.22	7.00			
82+700	82+800	400	11	L	0.1	0.03	0.00	9.4	8	92
			13	L	1	0.25	8.00			
83+300	83+400	370	19	L	0.18	0.05	0.00	9.4	8	92
			13	L	1	0.27	8.00			
83+600	83+700	360	13	L	1	0.28	9.00	9	91	
83+900	84+000	400	13	L	2	0.50	12.00	9.1	12	88

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - AGOSTO 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
73+400	73+500	500	13	L	1	0.20	5.00	9.7	9	91
			15	M	0.02	0.00	4.00			
73+700	73+800	400	19	L	2.5	0.63	3.00	9.9	3	97
74+000	74+100	350	13	L	1	0.29	8.00	9.4	10	90
			7	H	1.2	0.34	8.00			
74+300	74+400	370				0.00		10.2	0	100
74+600	74+700	350	19	L	1.6	0.46	1.00	9.8	5	95
			15	L	1.7	0.49	4.00			
74+900	75+000	430	19	M	2.82	0.66	8.00	9.4	8	92
75+200	75+300	450	7	L	1.1	0.24	2.00	9.5	11	89
			13	L	1	0.22	7.00			
			11	H	0.1	0.02	6.00			
75+500	75+600	380	13	L	1	0.22	7.00	9.5	7	93
75+800	75+900	420	19	L	12	2.86	3.00	9.9	3	97
76+400	76+500	450	19	L	28.76	6.39	5.00	9.7	5	95
76+700	76+800	450	19	L	1.2	0.27	0.00	10.2	0	100
77+000	77+100	450	13	L	1	0.22	8.00	9.4	8	92

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - AGOSTO 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
77+300	77+400	450	15	L	0.75	0.17	2.00	10.0	3	97
			19	L	1.75	0.39	1.00			
77+900	78+000	400	15	L	0.1	0.03	1.00	10.1	1	99
78+200	78+300	425	19	L	2	0.47	1.00	10.1	1	99
78+500	78+600	500	2	L	4.9	0.98	0.00	9.6	6	94
			15	L	3.66	0.73	6.00			
79+100	79+200	350	13	M	2	0.57	22.00	8.2	26	74
				L	1	0.29	8.00			
			19	M	0.09	0.03	4.00			
79+400	79+500	370	13	L	3	0.81	17.00	8.6	17	83
79+700	79+800	360	19	M	0.3	0.08	4.00	9.4	11	89
			13	L	1	0.28	9.00			
80+000	80+100	325	2	L	11	3.38	1.00	9.0	14	86
			13	L	2	0.62	13.00			
80+300	80+400	380	7	M	0.3	0.08	4.00	9.1	14	86
			13	L	2	0.53	12.00			
80+600	80+700	470	13	M	7	1.49	38.00	6.7	40	60
			11	H	0.3	0.06	6.00			
80+900	81+000	420	13	L	3	0.71	16.00	8.3	26	74
				M	2	0.48	20.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - AGOSTO 2009											
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI	
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD							
81+200	81+300	500	13	L	8	1.60	25.00	7.4	42	58	
				M	5	1.00	30.00				
				19	L	2.3	0.46				2.00
81+500	81+600	500	11	L	1.2	0.24	0.00	8.3	20	80	
				13	L	6	1.20				20.00
81+800	81+900	350	13	L	1	0.29	9.00	9.4	13	87	
				11	M	2.8	0.80				9.00
82+100	82+300	400	19	L	25.68	6.42	4.00	8.6	19	81	
				13	L	3	0.75				17.00
82+400	82+500	450	13	L	2	0.44	10.00	9.3	10	90	
82+700	82+800	400	11	M	0.25	0.06	3.00	8.3	22.0	78	
				13	M	2	0.50				20.00
83+300	83+400	370	10	M	11.52	3.11	9.00	8.8	19	81	
				19	L	0.24	0.06				0.00
				13	L	1	0.27				8.00
					M	1	0.27				15.00
83+600	83+700	360	13	L	3	0.83	18.00	8.5	18	82	
83+900	84+000	400	19	L	0.83	0.21	0.00	8.6	17	83	
				13	L	3	0.75				17.00

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGIA PCI - OCTUBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
73+400	73+500	500	13	L	2	0.40	10.00	9.3	12	88
			15	M	0.04	0.01	4.00			
73+700	73+800	400	19	L	2.1	0.53	1.00	9.2	12	88
			13	L	1	0.25	11.00			
74+000	74+100	350	7	L	5.1	1.46	2.00	9.4	12	88
			11	M	0.8	0.23	4.00			
			13	L	1	0.29	8.00			
74+300	74+400	370	3	M	3.7	1.00	2.00	10.0	2	98
74+600	74+700	350	19	L	1.8	0.51	2.00	9.7	7	93
			15	L	2	0.57	5.00			
74+900	75+000	430	2	L	0.5	0.12	0.00	9.4	10	90
			11	L	0.1	0.02	0.00			
			13	L	1	0.23	7.00			
			19	M	2.9	0.67	8.00			
75+200	75+300	450	7	L	2.38	0.53	3.00	9.6	8	92
			11	H	0.15	0.03	6.00			
				L	0.1	0.02	0.00			
75+500	75+600	380	7	L	2.6	0.68	2.00	9.9	5	95
			11	M	0.2	0.05	3.00			
75+800	75+900	420	2	L	1.19	0.28	1.00	9.3	11	89
			19	M	13	3.10	10.00			
76+400	76+500	450	19	L	43.34	9.63	7.00	9.5	7	93

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGIA PCI - OCTUBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
76+700	76+800	450	7	L	3.6	0.80	1.00	9.6	7	93
			19	M	1.2	0.27	6.00			
77+000	77+100	450	2	L	0.8	0.18	0.00	9.4	10	90
			13	L	1	0.22	8.00			
			11	M	0.25	0.06	2.00			
77+300	77+400	450	7	L	0.6	0.13	0.00	9.2	13	87
			15	L	0.8	0.18	2.00			
			13	L	2	0.44	11.00			
77+900	78+000	400	2	L	1.1	0.28	1.00	10.0	3	97
			15	L	1.4	0.35	2.00			
78+200	78+300	425	2	L	6.2	1.46	4.00	9.8	8	92
			13	L	0.02	0.00	2.00			
			19	L	3.7	0.87	2.00			
78+500	78+600	500	2	L	5.3	1.06	0.00	9.6	8	92
			15	L	3.8	0.76	6.00			
			19	L	10.7	2.14	2.00			
79+100	79+200	350	13	M	3	0.86	29.00	7.5	31	69
			19	M	1.1	0.31	6.00			
79+400	79+500	370	11	L	2.35	0.64	1.00	9.1	15	85
			13	L	2	0.54	12.00			
			19	L	8.2	2.22	2.00			
79+700	79+800	360	19	M	0.6	0.17	5.00	9.0	15	85
			13	L	2	0.56	13.00			
80+000	80+100	325						8.4	24	76

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGIA PCI - OCTUBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			2	L	15	4.62	1.00			
				M	0.1	0.03	0.00			
			7	L	2.2	0.68	3.00			
			13	L	3	0.92	19.00			
			15	L	2	0.62	5.00			
80+300	80+400	380	15	L	1.85	0.49	4.00	9.1	16	84
			13	L	2	0.53	12.00			
			7	M	0.45	0.12	4.00			
80+600	80+700	470	13	M	7	1.49	38.00	6.7	55	45
				H	2	0.43	37.00			
80+900	81+000	420	11	L	3.5	0.83	2.00	8.8	22	78
				M	0.7	0.17	4.00			
			15	L	1.02	0.24	2.00			
			19	L	1.5	0.36	1.00			
			13	L	3	0.71	15.00			
81+200	81+300	500	13	M	1	0.20	10.00	8.1	29	71
				L	7	1.40	23.00			
			11	M	3.5	0.70	9.00			
			19	M	3.1	0.62	8.00			
81+500	81+600	500	2	L	12	2.40	0.00	6.3	42	58
			13	M	9	1.80	42.00			
81+800	81+900	350	2	M	8.1	2.31	5.00	8.3	25	75
			11	L	2.2	0.63	1.00			
			13	L	4	1.14	20.00			
			11	M	2.8	0.80	9.00			
82+100	82+300	400	13	L	7	1.75	28.00	7.6	35	65
			15	L	1.5	0.38	3.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGIA PCI - OCTUBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INIPIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			19	H	5.3	1.33	18.00			
82+400	82+500	450	13	L	3	0.67	15.00	8.8	18	82
			19	H	0.8	0.18	9.00			
82+700	82+800	400	2	L	12.2	3.05	0.25	6.5	44	56
			13	H	2	0.50	40.00			
			15	L	5.3	1.33	10.00			
			19	H	0.53	0.13	8.00			
83+300	83+400	370	19	L	3	0.81	2.00	8.3	25	75
			10	L	12	3.24	8.00			
			13	M	2	0.54	21.00			
83+600	83+700	360	13	L	6	1.67	26.00	7.8	26	74
83+900	84+000	400	15	L	1	0.25	2.00	8.6	21	79
			19	L	15	3.75	2.00			
			13	L	3	0.75	17.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - DICIEMBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
73+400	73+500	500	5	L	1.05	0.21	1.00	8.5	23	77
			13	M	2	0.40	18.00			
				L	1	0.20	5.00			
			15	M	0.06	0.01	4.00			
73+700	73+800	400	19	L	2.5	0.63	3.00	9.4	13	87
			10	M	2.5	0.63	2.00			
			5	L	1.2	0.30	1.00			
			13	L	1	0.25	8.00			
74+000	74+100	350	7	L	7.3	2.09	3.00	9.4	12	88
			11	M	1.2	0.34	5.00			
				H	0.6	0.17	8.00			
74+300	74+400	370	7	M	2.1	0.57	6.00	9.6	8	92
			3	M	3.7	1.00	2.00			
74+600	74+700	350	19	L	2	0.57	2.00	9.7	7	93
			15	L	2.1	0.60	5.00			
74+900	75+000	430	2	L	1.2	0.28	0.00	9.2	15	85
			11	L	0.2	0.05	0.00			
			13	M	1	0.23	11.00			
			19	M	4	0.93	9.00			
75+200	75+300	450	7	L	2.34	0.52	1.00	9.6	11	89
				M	0.8	0.18	4.00			
			11	H	0.18	0.04	6.00			
				M	0.15	0.03	3.00			
75+500	75+600	380	2	L	1.5	0.39	0.00	9.5	9	91
			7	L	3.8	1.00	3.00			
			11	H	0.4	0.11	7.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - DICIEMBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
75+800	75+900	420	2	L	5	1.19	3.00	9.2	15	85
			19	L	5	1.19	2.00			
				M	14.6	3.48	11.00			
76+400	76+500	450	2	L	1.2	0.27	1.00	9.2	14	86
			19	L	50.4	11.20	7.00			
			13	L	2	0.44	11.00			
76+700	76+800	450	7	L	2.3	0.51	1.00	9.4	12	88
				M	0.1	0.02	4.00			
			19	M	2.8	0.62	9.00			
77+000	77+100	450	2	L	1.5	0.33	1.00	9.4	13	87
			19	L	11.2	2.49	2.00			
			13	L	1	0.22	8.00			
			11	M	0.25	0.06	2.00			
77+300	77+400	450	7	M	1.15	0.26	5.00	8.4	23	77
			13	M	2	0.44	19.00			
			15	L	0.95	0.21	2.00			
77+900	78+000	400	2	H	1.6	0.40	4.00	9.3	14	86
			10	H	5.5	1.38	10.00			
			15	L	1.4	0.35	2.00			
78+200	78+300	425	2	L	17	4.00	1.00	9.3	12	88
			11	H	0.02	0.00	6.00			
			19	M	10	2.35	10.00			
78+500	78+600	500	2	L	24	4.80	1.00	9.6	9	91
			15	L	4	0.80	6.00			
			19	L	10.7	2.14	2.00			
79+100	79+200	350						8.3	22	78

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - DICIEMBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			13	L	4	1.14	20.00			
			11	M	2.5	0.71	8.00			
79+400	79+500	370	7	L	6.7	1.81	3.00			
			11	M	0.14	0.04	3.00			
			13	M	2	0.54	21.00	8.3	28	72
			19	L	11.5	3.11	2.00			
			11	L	2.23	0.60	1.00			
79+700	79+800	360	19	M	0.72	0.20	8.00			
			13	L	3	0.83	18.00	8.5	20	80
80+000	80+100	325	2	L	6	1.85	0.00			
				M	16.8	5.17	9.00			
			7	L	2.7	0.83	1.00	8.9	22	78
			11	M	0.7	0.22	4.00			
			15	L	3.1	0.95	8.00			
			13	L	2	0.62	14.00			
80+300	80+400	380	15	L	2.3	0.61	5.00			
			13	L	3	0.79	18.00	8.5	22	78
			7	M	0.6	0.16	4.00			
80+600	80+700	470	2	M	1	0.21	3.00			
			13	M	3	0.64	22.00	4.8	63	37
				H	7	1.49	59.00			
80+900	81+000	420	11	L	10.4	2.48	6.00			
				M	2.5	0.60	7.00	6.0	51	49
			13	M	9	2.14	46.00			
			15	L	0.3	0.07	1.00			
81+200	81+300	500	11	L	2.2	0.44	1.00			
			13	L	9	1.80	28.00	7.6	33	67
				M	1	0.20	10.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - DICIEMBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			19	M	4	0.80	9.00			
81+500	81+600	500	2	H	5.6	1.12	6.00	7.2	36	64
			11	L	1.4	0.28	0.00			
				M	0.7	0.14	7.00			
			13	M	12	2.40	32.00			
81+800	81+900	350	2	H	9	2.57	6.00	8.3	26	74
			11	L	2.8	0.80	2.00			
				M	1.3	0.37	4.00			
			13	L	4	1.14	20.00			
82+100	82+300	400	7	L	1	0.25	0.00	5.9	51	49
			11	M	8.4	2.10	14.00			
			13	H	3	0.75	47.00			
			15	L	3	0.75	6.00			
82+400	82+500	450	11	L	1.5	0.33	0.00	5.9	57	43
			13	M	4	0.89	30.00			
				H	3	0.67	47.00			
			15	L	3.7	0.82	6.00			
82+700	82+800	400	2	M	4.8	1.20	3.50	8.2	35.0	65.0
			11	M	1	0.25	4.00			
			15	M	6.7	1.68	22.00			
			13	L	5	1.25	21.00			
83+300	83+400	370	2	L	2.3	0.62	0.00	7.3	45	55
				M	3.2	0.86	2.00			
			11	L	6.3	1.70	4.00			
			13	L	3	0.81	18.00			
				M	1	0.27	15.00			
				H	1	0.27	31.00			
			19	L	2.1	0.57	2.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - DICIEMBRE 2009										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
83+600	83+700	360	11	L	3.2	0.89	2.00	7.8	32	68
			13	L	6	1.67	26.00			
				M	1	0.28	15.00			
83+900	84+000	400	15	L	1.5	0.38	3.00	8.3	25	75
			19	L	21.7	5.43	4.00			
			13	L	5	1.25	21.00			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - FEBRERO 2010											
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI	
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD							
73+400	73+500	500	7	L	2.5	0.50	2.0	7.9	37	63	
				M	3.3	0.66	7.0				
				H	1	0.20	8.0				
			11	M	3.8	0.76	8.0				
				13	L	8	1.60				25.0
				M	1	0.20	10.0				
				10	L	1.6	0.32				0.0
				4	L	0.5	0.10				0.0
				19	L	0.36	0.07				0.0
	15	M	0.1	0.02	4.0						
73+700	73+800	400	7	L	0.3	0.08	0.0	8.3	22	78	
				M	2.2	0.55	6.0				
			13	L	4	1.00	20.0				
74+000	74+100	350	7	L	4.2	1.20	2.0	9.4	16	84	
				M	3.3	0.94	6.0				
				H	0.7	0.20	8.0				
			11	L	0.7	0.20	0.0				
				M	1.12	0.32	5.0				
			13	L	1	0.29	8.0				
74+300	74+400	370	7	M	12.3	3.32	10.0	9.3	12	88	
				3	M	4	1.08				2.0
74+600	74+700	350	7	M	2.6	0.74	5.0	9.0	19	81.0	
				13	M	1	0.29				13.0
			19	L	2.1	0.60	2.0				
			15	L	2.5	0.71	6.0				
74+900	75+000	430	11	L	0.3	0.07	0.0	8.3	22	78	
				13	M	2	0.47				20.0
			19	M	7	1.63	10.0				
75+200	75+300	450	7	L	1.1	0.24	0.0	9.3	19	81	

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - FEBRERO 2010										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
				M	0.5	0.11	5.0			
				H	3.1	0.69	9.0			
			13	L	2	0.44	10.0			
				M	1	0.22	10.0			
			11	H	0.2	0.04	6.0			
75+500	75+600	380								
			7	L	4.8	1.26	2.0			
				M	7.5	1.97	10.0	9.3	12	88
			11	L	0.5	0.13	0.0			
75+800	75+900	420								
			19	L	6.6	1.57	2.0			
				M	15	3.57	12.0	9.1	14	86
76+400	76+500	450								
			2	M	1.68	0.37	2.0			
			7	L	2.1	0.47	1.0			
			13	L	5	1.11	21.0	8.3	25	75
			19	L	0.03	0.01	0.0			
			4	L	2	0.44	1.0			
76+700	76+800	450								
			7	L	4.5	1.00	2.0			
				M	0.5	0.11	4.0	8.8	19	81
			13	L	3	0.67	15.0			
77+000	77+100	450								
			2	M	1.7	0.38	2.0			
			19	L	12	2.67	2.0	8.5	22	78
			13	M	2	0.44	18.0			
77+300	77+400	450								
			2	L	7.23	1.61	0.0			
			7	H	1.2	0.27	8.0			
			11	L	0.1	0.02	0.0			
			13	L	3	0.67	16.0	8.7	24	76
			10	L	13	2.89	2.0			
			19	L	2.22	0.49	2.0			
			15	L	1	0.22	2.0			
77+900	78+000	400						9.2	17	83

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - FEBRERO 2010										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			2	H	1.7	0.43	4.0			
			13	L	2	0.50	11.0			
			19	L	12.9	3.23	2.0			
			15	L	2.3	0.58	5.0			
78+200	78+300	425	11	M	4.62	1.09	10.0	8.3	26	74
			13	L	1	0.24	7.0			
				M	2	0.47	20.0			
			19	L	5.3	1.25	2.0			
78+500	78+600	500	2	L	25	5.00	1.0	9.2	14	86
			15	L	4.2	0.84	7.0			
			19	M	15.8	3.16	11.0			
79+100	79+200	350	11	L	0.53	0.15	0.0	7.2	37	63
				H	2.53	0.72	16.0			
			13	L	9	2.57	33.0			
			19	L	3.09	0.88	2.0			
79+400	79+500	370	2	L	12.2	3.30	1.0	8.3	32	68
			11	L	0.07	0.02	0.0			
			13	L	3	0.81	17.0			
				M	2	0.54	21.0			
			19	L	0.13	0.04	0.0			
			4	M	13.2	3.57	12.0			
			4	L	0.32	0.09	0.0			
79+700	79+800	360	2	L	0.2	0.06	0.0	7.5	31	69
			11	L	1.2	0.33	0.0			
			13	L	7	1.94	29.0			
			4	L	3.6	1.00	3.0			
80+000	80+100	325	2	L	8.9	2.74	0.0	7.9	29	71
			7	L	4	1.23	2.0			
			11	L	0.2	0.06	0.0			
			13	L	5	1.54	25.0			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - FEBRERO 2010										
PROGRESIVA		AREA m ²	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			15	L	4	1.23	9.0			
80+300	80+400	380	2	L	0.1	0.03	0.0	8.3	25	75
			13	L	4	1.05	20.0			
			15	L	3.6	0.95	8.0			
			4	L	1.7	0.45	1.0			
			7	M	1.2	0.32	5.0			
80+600	80+700	470	2	M	1.2	0.26	1.0	6.8	52	48
			11	L	8	1.70	4.0			
			13	L	10	2.13	30.0			
				M	7	1.49	37.0			
80+900	81+000	420	4	L	2.4	0.57	4.0	6.7	62	38
			11	L	13.6	3.24	7.0			
				M	9	2.14	14.0			
			13	L	12	2.86	34.0			
				M	6	1.43	38.0			
			15	L	12	2.86	16.0			
81+200	81+300	500	11	L	2.1	0.42	0.0	6.4	61	39
			13	L	21	4.20	41.0			
				M	4	0.80	30.0			
				H	1	0.20	25.0			
81+500	81+600	500	2	L	3.2	0.64	2.0	6.2	56	44
			11	L	0.5	0.10	0.0			
			13	L	24	4.80	43.0			
				M	6	1.20	32.0			
81+800	81+900	350	2	M	5.25	1.50	4.0	6.7	46	54
			11	L	3.03	0.87	2.0			
				M	1.1	0.31	5.0			
			13	L	12	3.43	38.0			
				M	1	0.29	15.0			
82+100	82+300	400						7.2	71	29

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - FEBRERO 2010										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
			2	M	20	5.00	9.0			
			7	L	1.34	0.34	0.0			
			11	L	0.08	0.02	0.0			
				M	6.13	1.53	12.0			
				H	4.12	1.03	19.0			
			13	L	9	2.25	32.0			
				M	4	1.00	30.0			
				H	1	0.25	28.0			
			15	L	5.04	1.26	9.0			
82+400	82+500	450	11	L	1.82	0.40	1.0	7.1	60	40
			13	L	12	2.67	34.0			
				M	3	0.67	27.0			
				H	1	0.22	29.0			
			15	L	4.25	0.94	7.0			
			19	M	3.04	0.68	8.0			
82+700	82+800	400	2	M	7.2	1.80	24.0	6.5	70.0	30.0
			11	L	0.9	0.23	0.0			
				M	1.24	0.31	4.0			
			13	L	16	4.00	40.0			
				M	4	1.00	30.0			
			15	M	10.8	2.70	28.0			
83+300	83+400	370	10	L	8.1	2.19	5.0	7.2	65	35
			2	M	6.6	1.78	4.0			
			3	L	0.37	0.10	0.0			
			11	L	10.3	2.78	6.0			
			13	L	8	2.16	31.0			
				M	4	1.08	32.0			
			19	L	4.2	1.14	2.0			
				M	0.54	0.15	8.0			
83+600	83+700	360	7	L	0.5	0.14	0.0	7.3	42	58
			11	L	3.1	0.86	2.0			
				M	6.2	1.72	13.0			
			13	L	4	1.11	20.0			
				M	1	0.28	31.0			

CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO METODOLOGÍA PCI - FEBRERO 2010										
PROGRESIVA		AREA m2	TIPOS DE FALLAS		TOTAL	DENSIDAD	VD	m	VDC	PCI
INICIO	FIN		TIPO	SEVERIDAD						
83+900	84+000	400	13	L	6	1.50	25.0	7.9	31	69
			15	L	2	0.50	4.0			
			19	L	51	12.75	6.0			
				M	7.5	1.88	10.0			

ANEXO 5.0: CURVAS DE VALORES DE DEDUCCIÓN

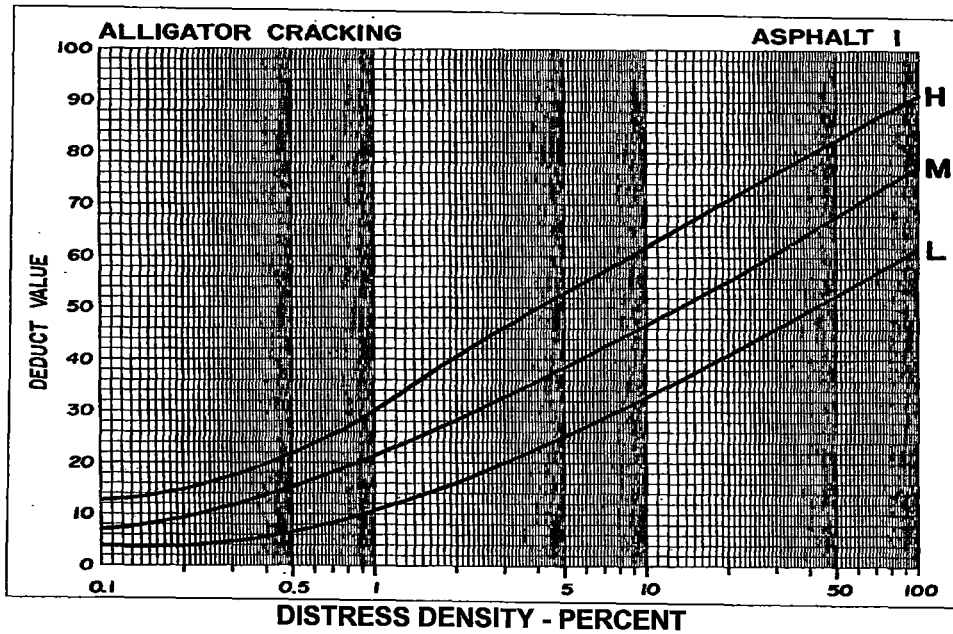


Figura 1: Curvas de valores de deducción para falla tipo Grieta piel de cocodrilo

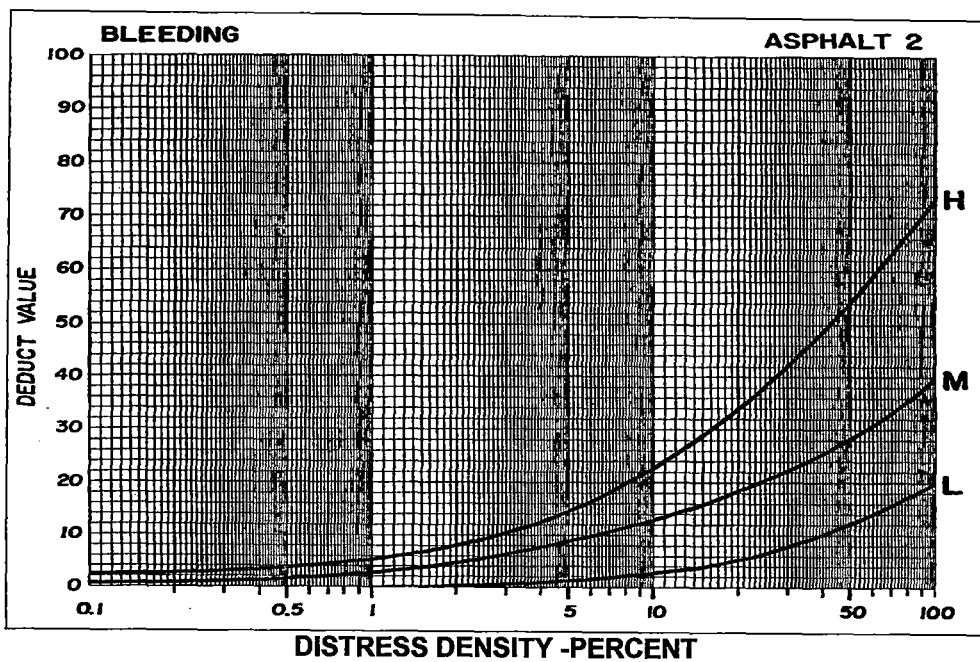


Figura 2: Curvas de valores de deducción para falla tipo Exudación de asfalto

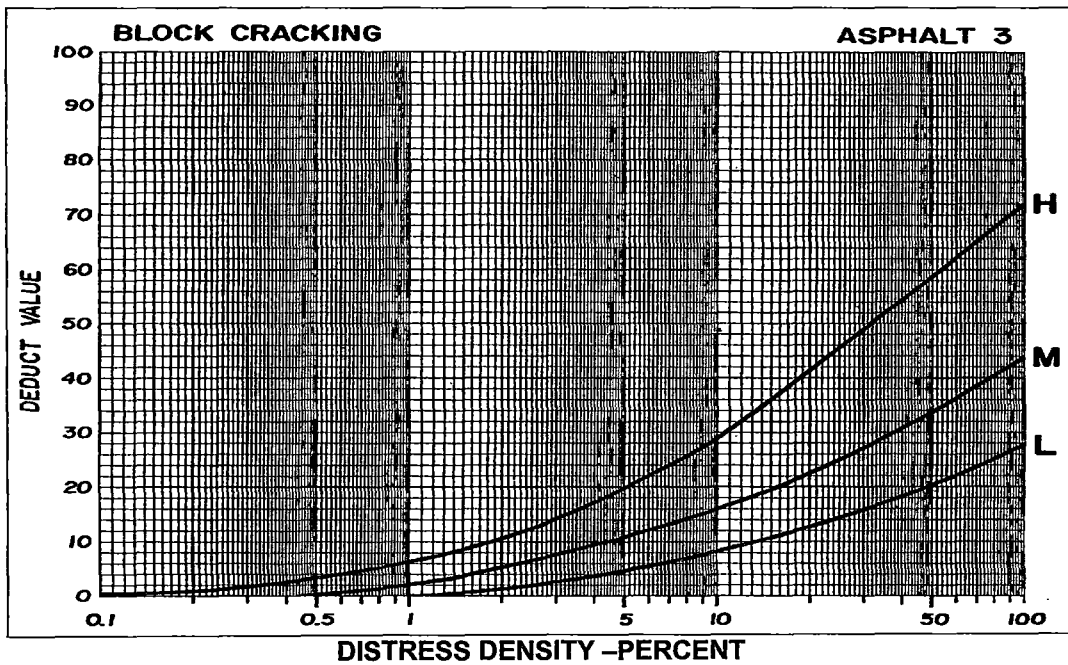


Figura N° 3: Curvas de valores de deducción para falla tipo Grietas de contracción (en bloque)

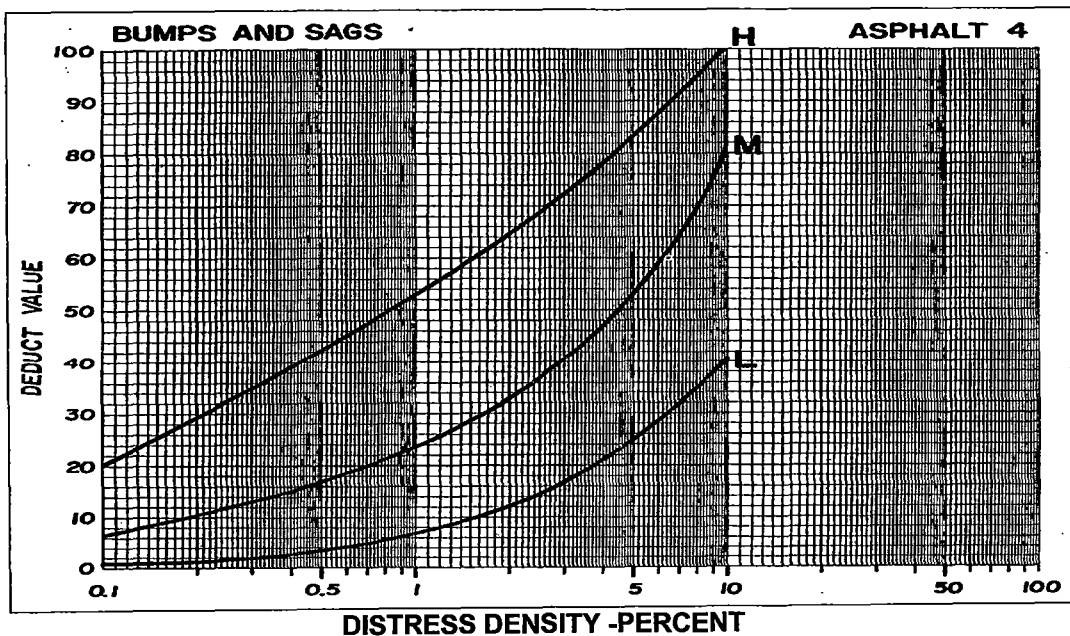


Figura N° 4: Curvas de valores de deducción para falla tipo Elevaciones y Hundimientos

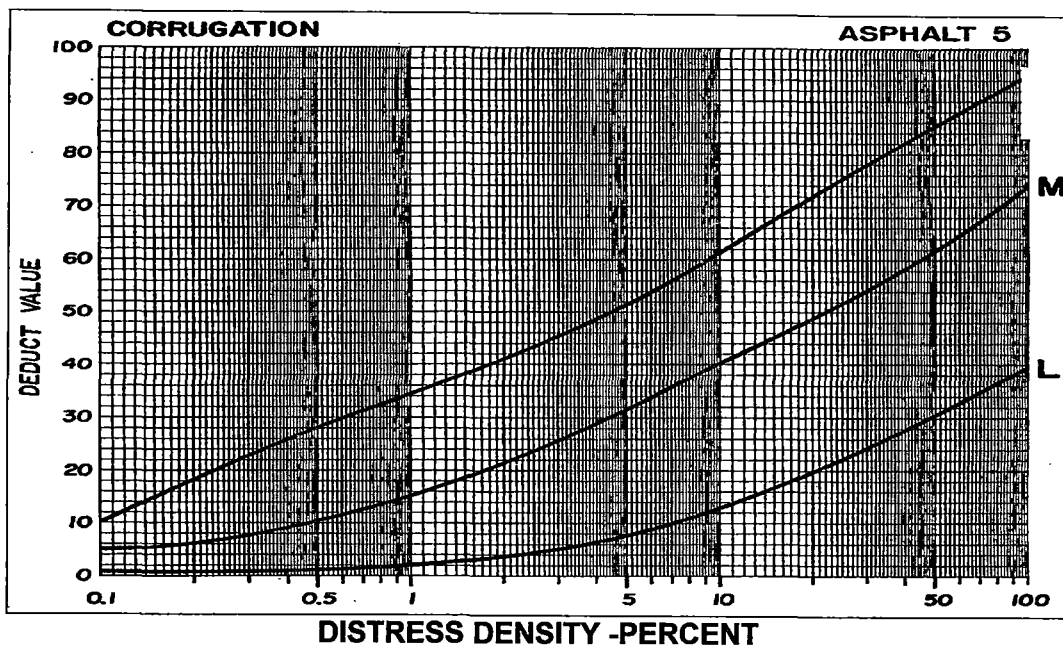


Figura N° 5: Curvas de valores de deducción para falla tipo Corrugaciones (encalaminado)

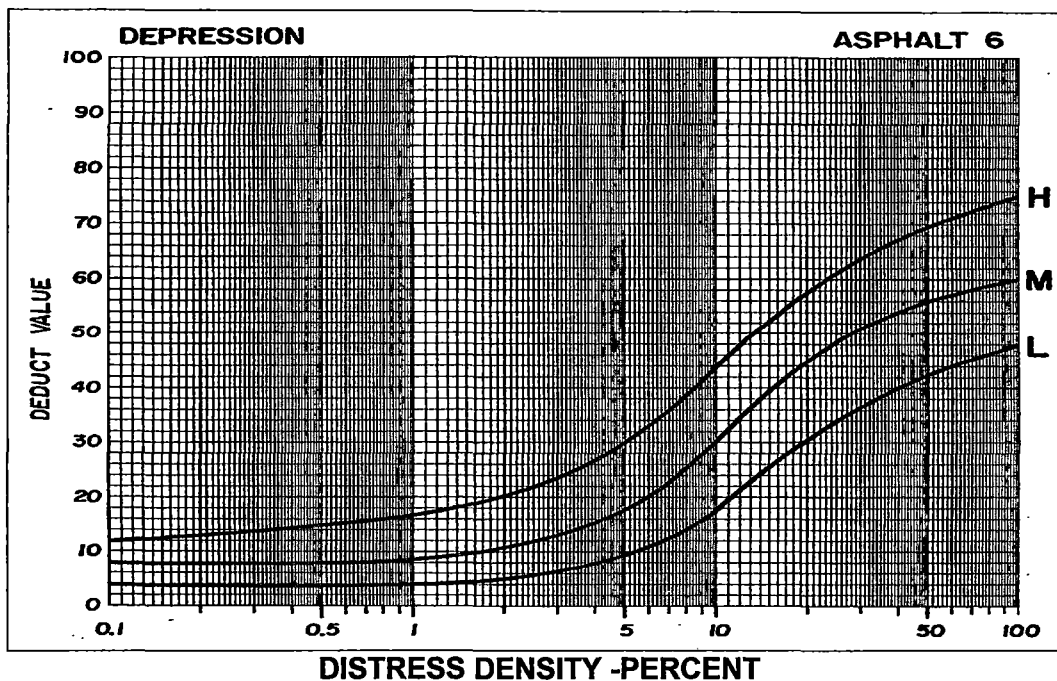


Figura N° 6: Curvas de valores de deducción para falla tipo Depresiones

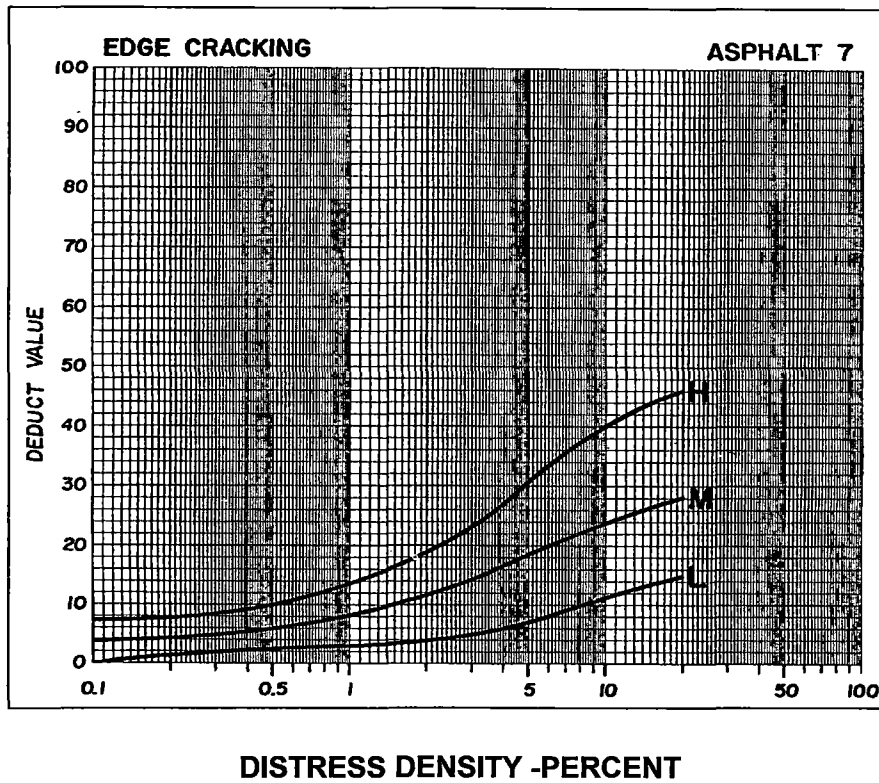


Figura N° 7: Curvas de valores de deducción para falla tipo Grietas de borde

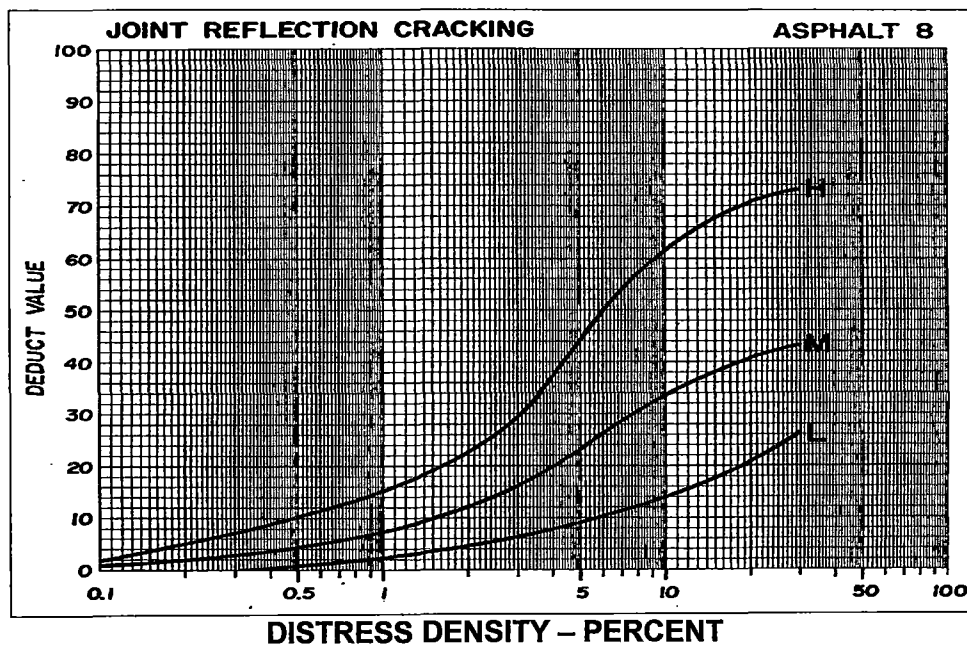
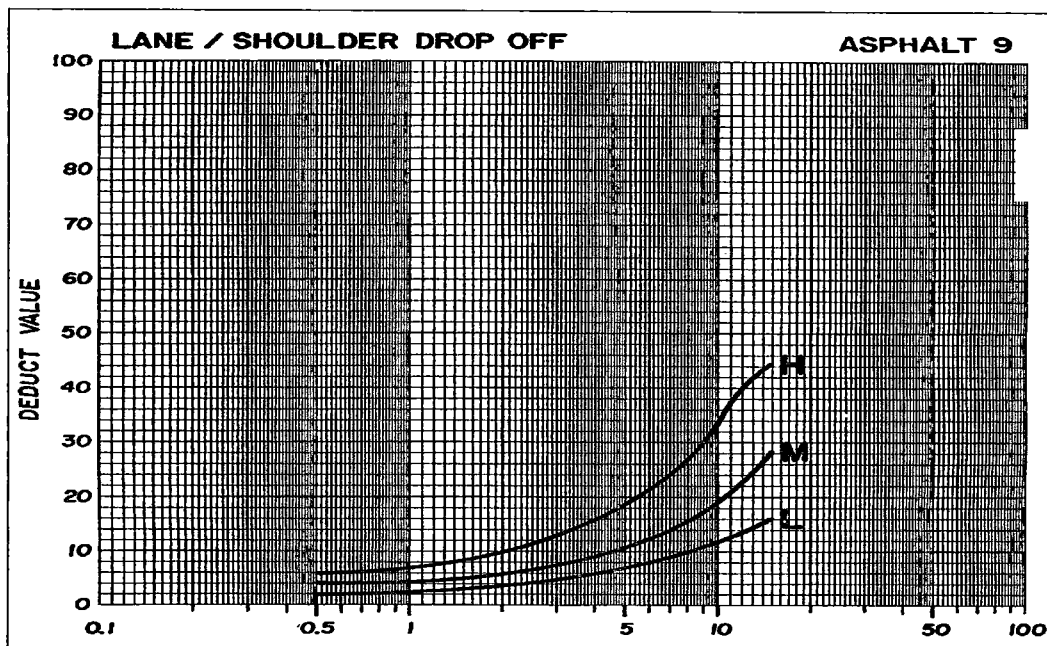
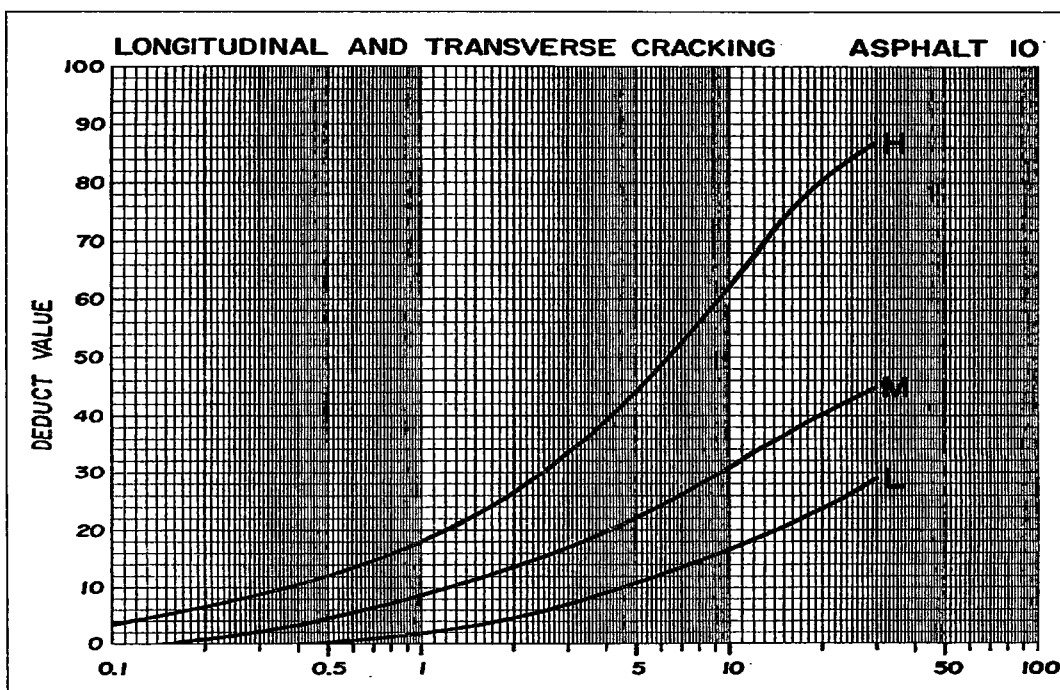


Figura N° 8: Curvas de valores de deducción para falla tipo Grietas de reflexión de Juntas



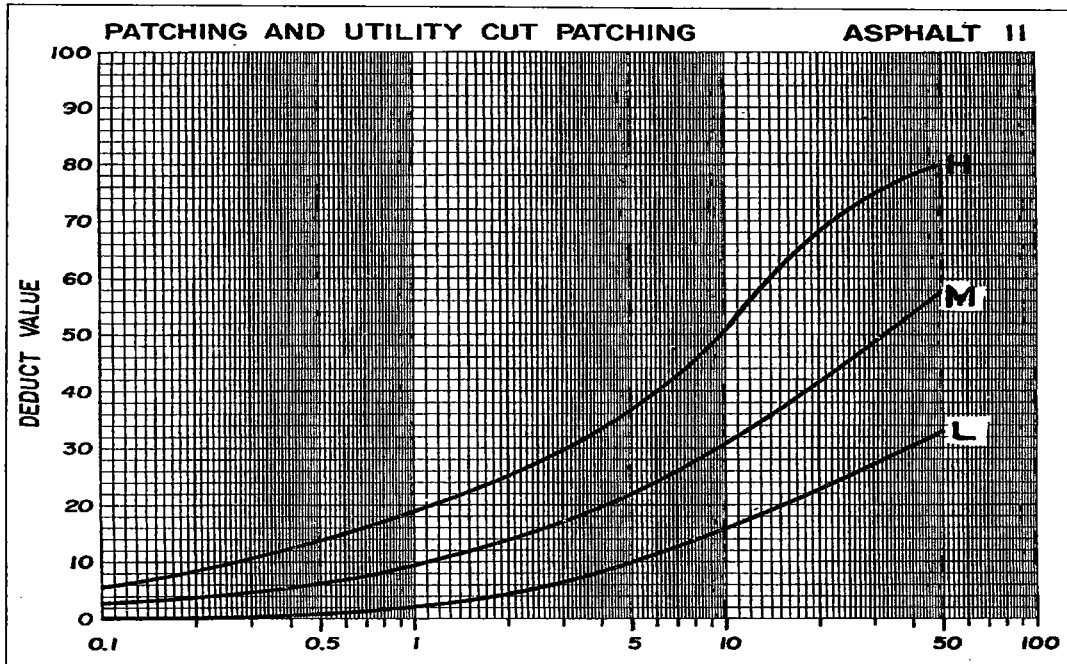
DISTRESS DENSITY - PERCENT

Figura N° 9: Curvas de valores de deducción para falla tipo Desnivel Calzada



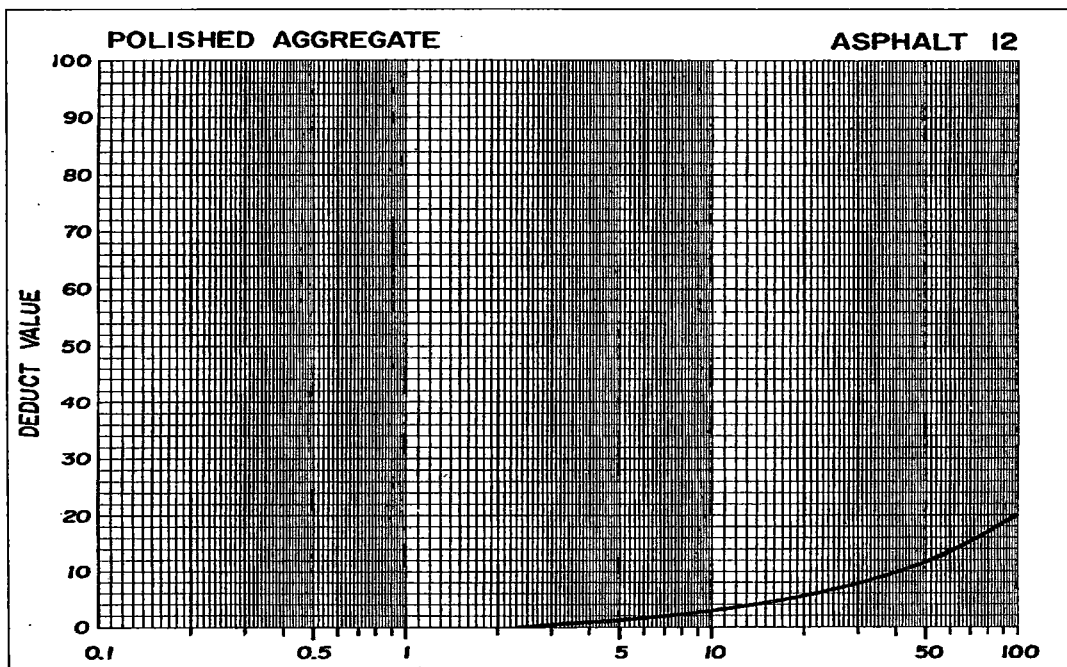
DISTRESS DENSITY - PERCENT

Figura N° 10: Curvas de valores de deducción para falla tipo Grietas longitudinales y-transversales



DISTRESS DENSITY - PERCENT

Figura N° 11: Curvas de valores de deducción para falla tipo Baches y zanjas reparadas



DISTRESS DENSITY - PERCENT

Figura N° 12: Curvas de valores de deducción para falla tipo Agregados pulidos

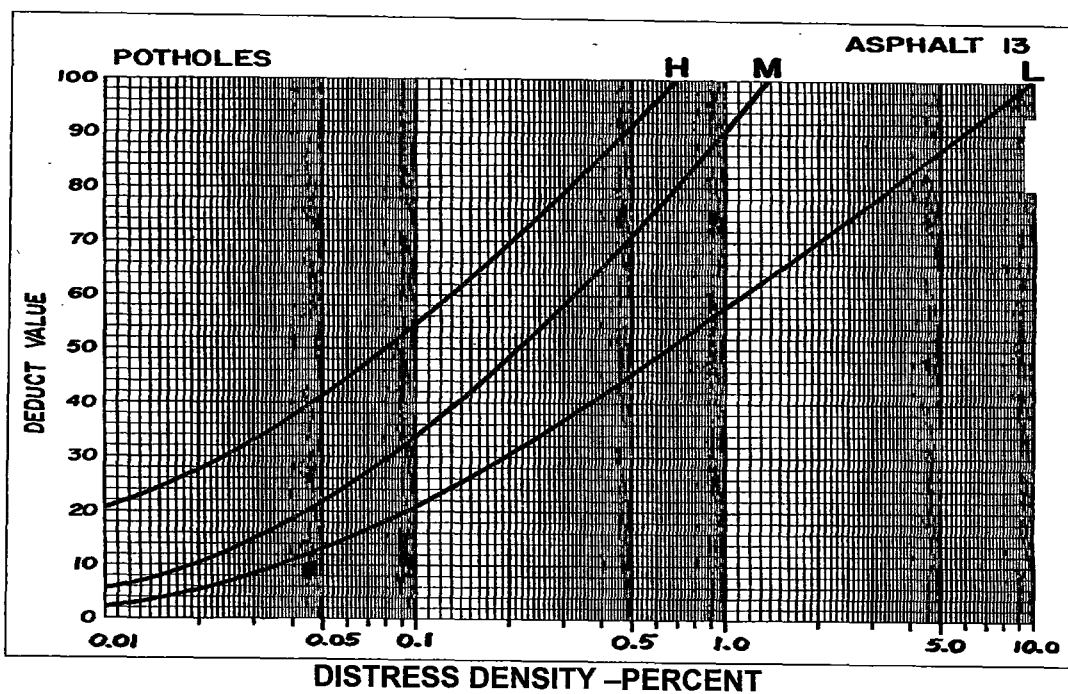


Figura N° 13: Curvas de valores de deducción para falla tipo Huecos

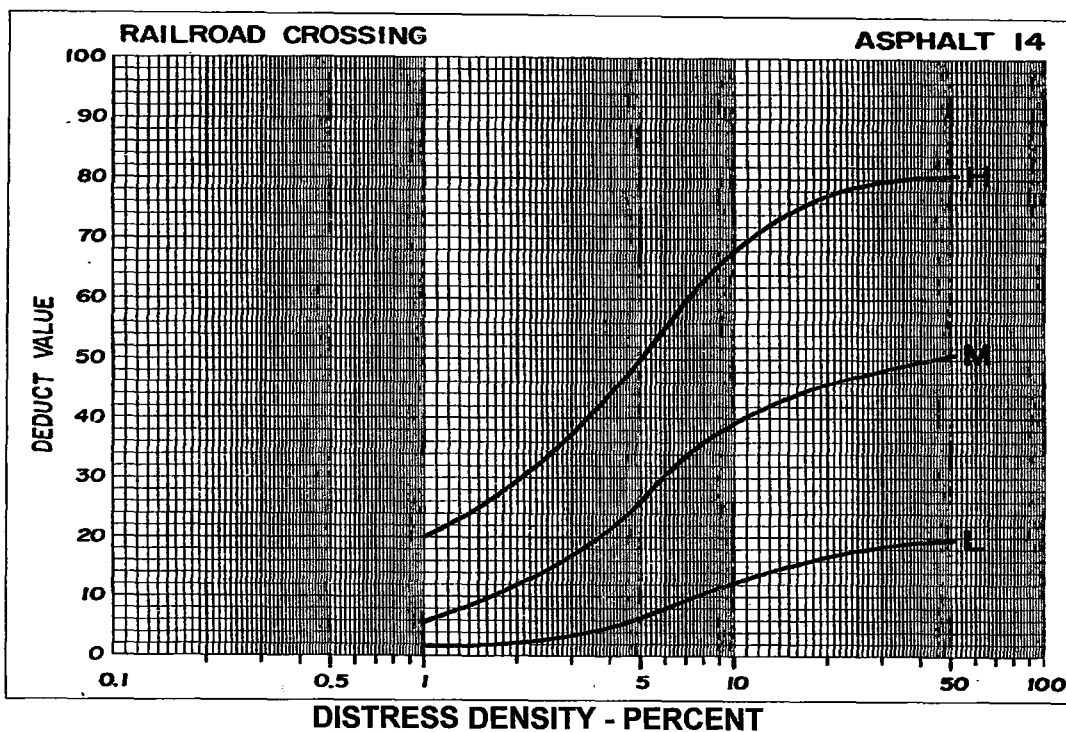


Figura N° 14: Curvas de valores de deducción para falla tipo Cruce vía férrea

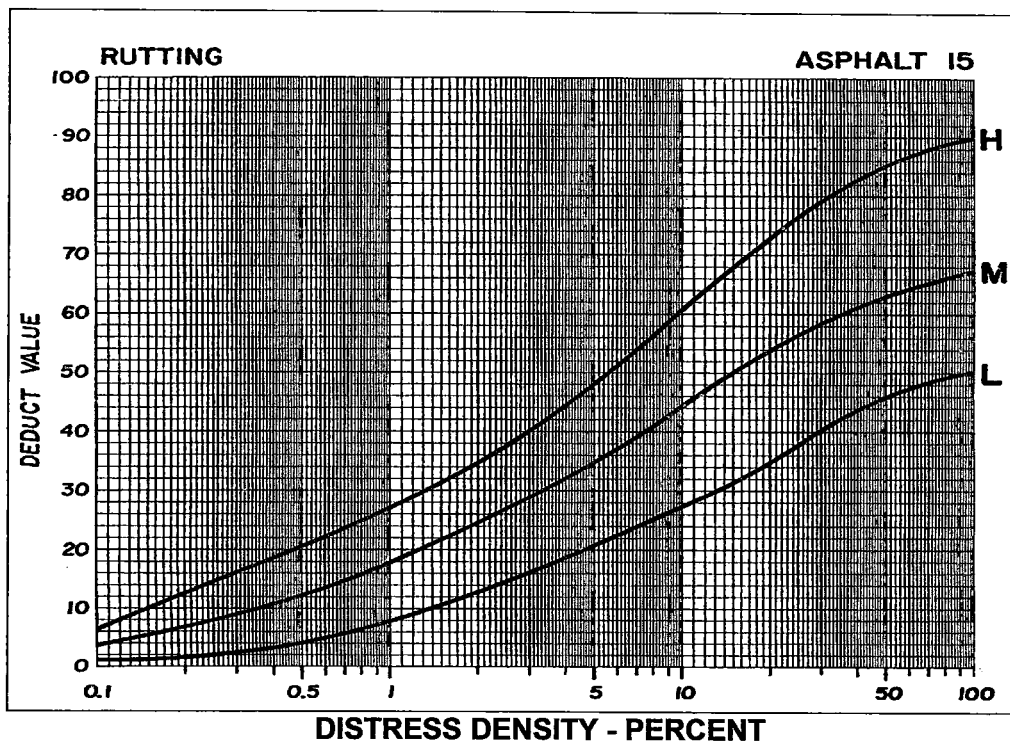


Figura N° 15: Curvas de valores de deducción para falla tipo Ahuellamientos.

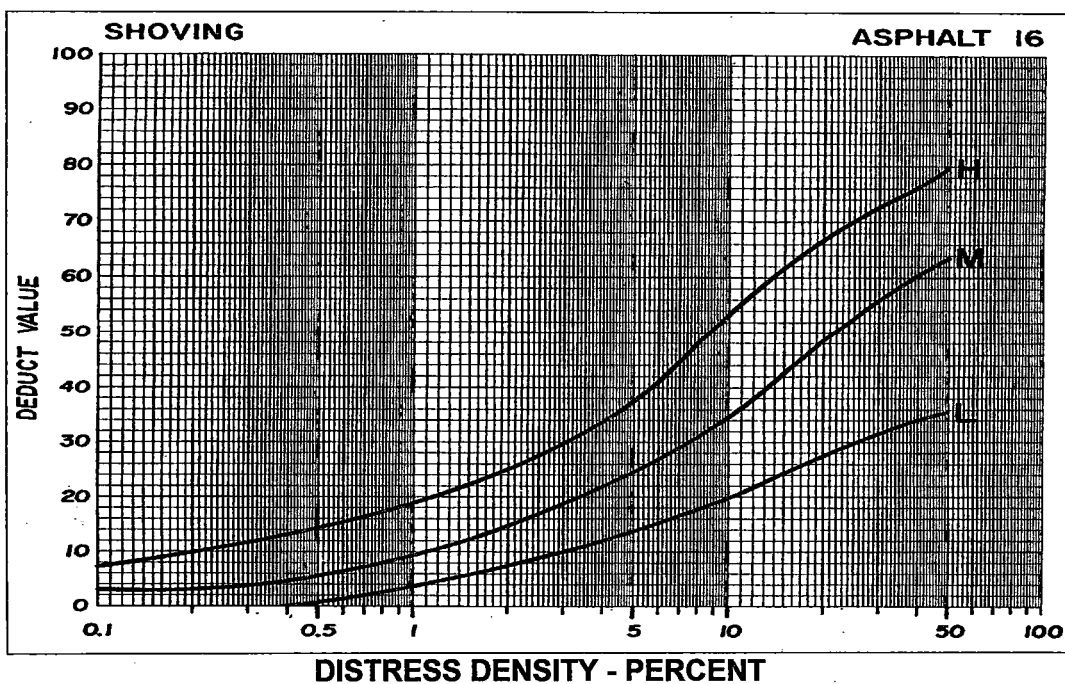


Figura N° 16: Curvas de valores de deducción para falla tipo Deformación por empuje

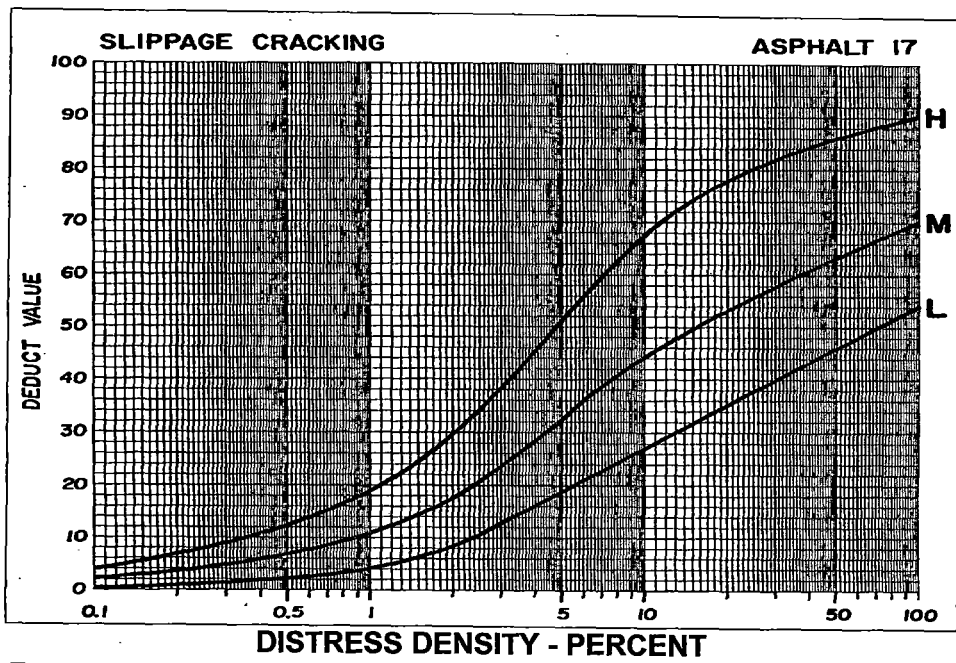


Figura N° 17: Curvas de valores de deducción para falla tipo Grietas de deslizamiento

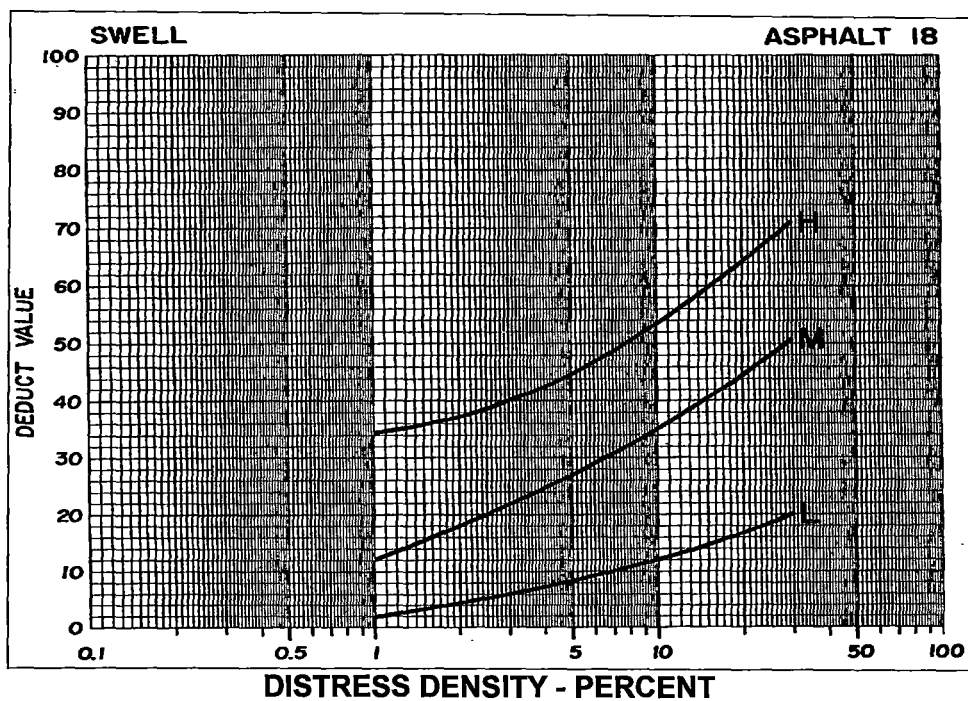


Figura N° 18: Curvas de valores de deducción para falla tipo Hinchamiento

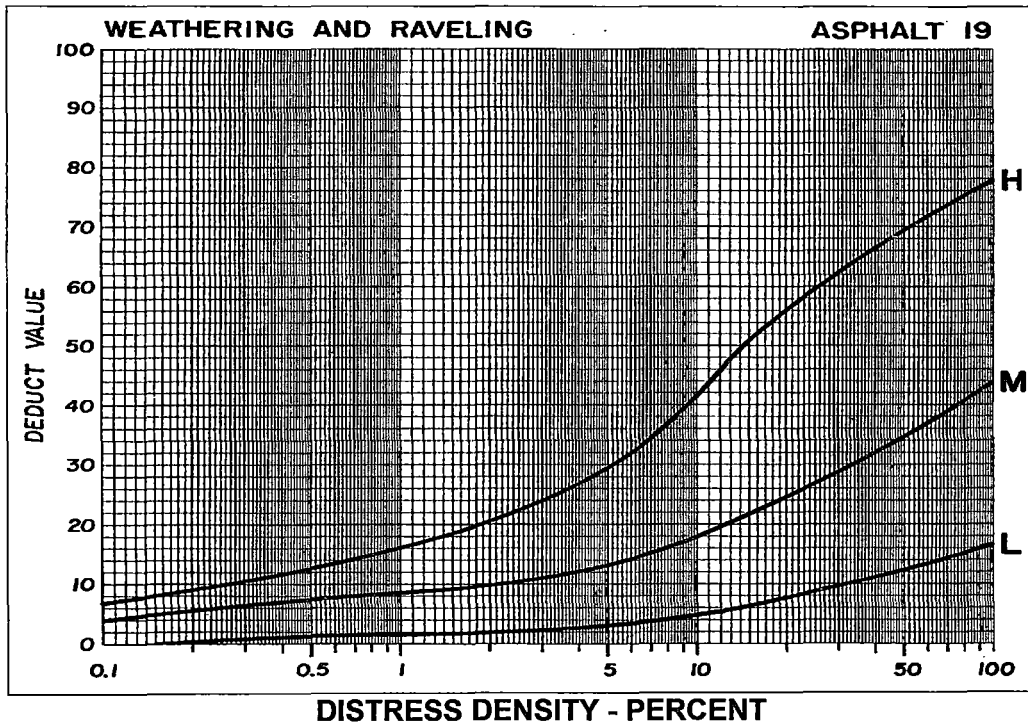


Figura N° 19: Curvas de valores de deducción para falla tipo Disgregación y desintegración

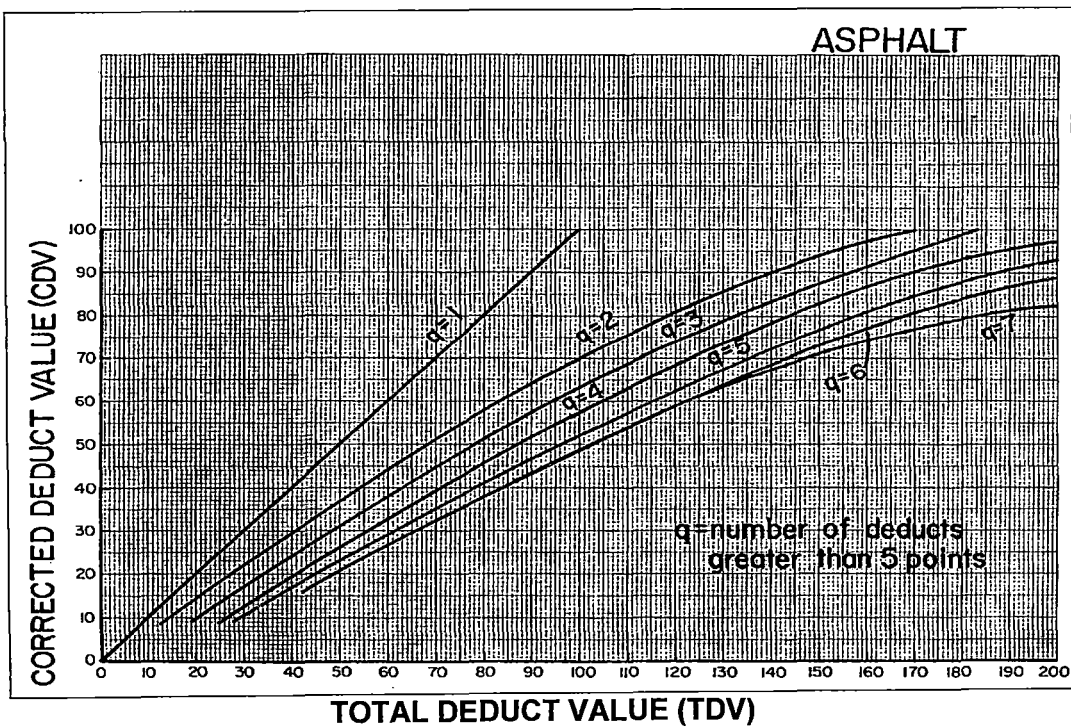


Figura N° 20: Curvas de valores totales de Deducción

ANEXO 6.0: ANÁLISIS DE TRÁFICO

Tipo de Vehículo	IMD ₂₀₀₈	Factor de crecimiento	Transito de diseño	Factor camión	ESAL Diseño
Auto	3	2.03	2222.85	0.0001	0.22
Camionetas:					
Pick Up	289	2.03	214134.55	0.0001	21.41
Rural Combi	61	2.03	45197.95	0.0001	4.52
Micro	68	2.03	50384.60	0.0001	5.04
Bus:					
2E	14	2.03	10373.30	4.24	43982.79
Camión:					
2E	42	2.03	31119.90	4.24	131948.38
3E	4	2.03	2963.80	2.57	7616.97
4E	2	2.03	1481.90	4.35	6446.27
Semitrayler					
2S1/2S2	53	2.03	39270.35	6.3	247403.21
Trayler					
	33	2.03	24451.35	6.3	154043.51
Total	569				591472.30

Factor por Dirección = 0.5
Factor por Presión de llantas = 1.8

Ejes Equivalentes al 2010 = 0.5×10^6

Numero total de ejes equivalentes a 18 klb o 8.2 ton (en millones)	EAL	5.00 E+05
	N₁₈	0.243
	Da (x 10⁻² mm)	147.5

ANEXO 7.0: REPORTE DE DEFLEXIONES DEL PAVIMENTO BASICO

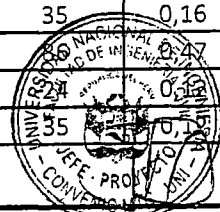
000058

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
54+200	46	0,19	50,0	22,1	41,9	0,82	904	12841	8,6	204
54+300	35	0,23	25,0	18,6	36,6	0,77	1330	18880	12,6	267
54+400	34	0,15	50,0	23,6	44,2	0,83	1154	16387	10,9	273
54+500	47	0,27	25,0	14,3	30,1	0,69	1164	16526	11,0	161
54+600	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1366	19392	12,9	401
54+700	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	758	10767	7,2	266
54+773	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1509	21428	14,3	398
54+900	62	0,23	50,0	19,9	38,6	0,79	718	10192	6,8	268
55+013	63	0,27	70,0	34,1	61,0	0,90	474	6729	4,5	400
55+100	59	0,31	50,0	29,6	53,8	0,87	565	8023	5,3	265
55+200	79	0,39	50,0	27,2	50,0	0,86	453	6432	4,3	159
55+300	59	0,43	25,0	23,1	43,5	0,83	686	9735	6,5	200
55+400	59	0,20	50,0	17,9	35,5	0,76	818	11622	7,7	200
55+500	70	0,31	50,0	23,6	44,2	0,83	565	8030	5,4	200
55+600	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	995	14128	9,4	200
55+700	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	910	12928	8,6	268
55+800	43	0,27	25,0	16,9	34,0	0,74	1160	16475	11,0	201
55+900	62	0,43	25,0	19,9	38,5	0,79	720	10218	6,8	161
56+000	27	0,16	25,0	13,8	29,3	0,68	2030	28827	19,2	268
56+100	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1499	21288	14,2	401
56+200	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1321	18762	12,5	265
56+300	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	897	12739	8,5	264
56+400	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1479	21003	14,0	797
56+500	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2686	38144	25,4	397
56+600	28	0,20	25,0	21,7	41,3	0,81	1527	21690	14,5	397
56+700	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2683	38106	25,4	397
56+800	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1102	15650	10,4	794
56+900	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1506	21379	14,3	397
57+000	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1520	21582	14,4	401
57+100	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1140	16188	10,8	401
57+200	23	0,08	50,0	17,9	35,5	0,76	2042	28991	19,3	799
57+295	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1129	16038	10,7	267
57+400	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1377	19547	13,0	404
57+485	62	0,43	25,0	19,9	38,5	0,79	718	10192	6,8	161
57+600	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	911	12938	8,6	268
57+700	31	0,24	25,0	24,5	45,6	0,84	1229	17457	11,6	398
57+800	58	0,39	25,0	18,6	36,6	0,77	802	11390	7,6	161
57+900	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1133	16093	10,7	402
58+000	35	0,16	50,0	30,5	55,3	0,88	377	5359	3,6	400
58+100	35	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1506	21392	14,3	794
58+200	35	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1361	19322	12,5	265



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

000059

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
58+300	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1143	16230	10,8	402
58+400	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	762	10819	7,2	803
58+500	24	0,08	50,0	17,9	35,5	0,76	2019	28673	19,1	791
58+600	86	0,27	50,0	17,2	34,4	0,75	572	8120	5,4	134
58+700	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	754	10703	7,1	397
58+800	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	907	12879	8,6	398
58+900	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1126	15988	10,7	399
59+000	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	760	10793	7,2	160
59+100	83	0,35	50,0	22,6	42,7	0,82	495	7035	4,7	159
59+200	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1088	15446	10,3	265
59+300	123	0,52	50,0	22,3	42,2	0,82	337	4783	3,2	131
59+400	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	900	12781	8,5	265
59+500	71	0,32	50,0	23,6	44,2	0,83	556	7900	5,3	197
59+600	79	0,31	50,0	21,2	40,5	0,81	545	7734	5,2	159
59+700	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	895	12711	8,5	395
59+800	67	0,31	50,0	25,2	46,9	0,84	565	8017	5,3	159
59+900	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1132	16074	10,7	398
60+000	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	548	7780	5,2	265
60+100	55	0,27	70,0	39,8	70,0	0,92	475	6743	4,5	399
60+200	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1124	15959	10,6	266
60+300	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	866	12299	8,2	394
60+400	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	755	10726	7,2	265
60+500	58	0,35	50,0	35,1	62,4	0,90	498	7069	4,7	268
60+600	63	0,32	50,0	27,2	50,0	0,86	563	7991	5,3	264
60+700	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1097	15584	10,4	267
60+800	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1106	15699	10,5	796
60+900	63	0,35	50,0	31,9	57,4	0,89	500	7094	4,7	199
61+000	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1483	21062	14,0	396
61+100	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1487	21121	14,1	397
61+200	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	858	12183	8,1	264
61+300	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1095	15552	10,4	794
61+400	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	894	12688	8,5	790
61+500	59	0,35	50,0	35,1	62,4	0,90	491	6976	4,7	265
61+600	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	885	12564	8,4	266
61+700	59	0,20	50,0	17,9	35,5	0,76	807	11465	7,6	198
61+800	31	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1607	22820	15,2	265
61+900	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	756	10732	7,2	266
62+000	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1410	20015	13,3	394
62+100	32	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1503	21338	14,2	396
62+200	43	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	1125	15980	10,7	395
62+300	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	899	12765	8,5	265



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

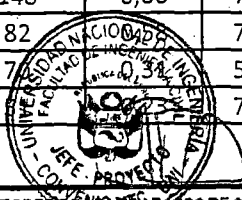
000050

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
62+400	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	752	10674	7,1	396
62+500	40	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1083	15372	10,2	263
62+600	119	0,43	50,0	19,5	37,9	0,78	382	5429	3,6	132
62+700	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	752	10677	7,1	793
62+800	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1413	20064	13,4	395
62+900	102	0,47	50,0	24,7	45,9	0,84	376	5338	3,6	133
63+000	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	907	12882	8,6	401
63+100	59	0,27	70,0	36,7	65,1	0,91	473	6722	4,5	398
63+200	71	0,32	50,0	23,6	44,2	0,83	555	7882	5,3	197
63+300	40	0,20	70,0	39,8	70,0	0,92	657	9336	6,2	395
63+400	24	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1063	15091	10,1	798
63+500	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	869	12336	8,2	791
63+600	43	0,20	70,0	35,6	63,3	0,90	660	9367	6,2	396
63+700	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2163	30718	20,5	790
63+800	31	0,23	50,0	53,1	91,3	0,95	649	9218	6,1	803
63+900	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	749	10636	7,1	793
64+000	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1427	20267	13,5	399
64+100	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	754	10708	7,1	399
64+200	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1426	20255	13,5	399
64+300	31	0,19	50,0	37,4	66,2	0,91	886	12579	8,4	807
64+400	35	0,15	70,0	34,7	61,9	0,90	845	11993	8,0	814
64+500	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1140	16191	10,8	801
64+600	47	0,23	70,0	39,8	70,0	0,92	556	7890	5,3	801
64+700	39	0,23	70,0	50,7	87,4	0,95	542	7701	5,1	805
64+800	27	0,15	50,0	32,6	58,5	0,89	1144	16239	10,8	813
64+900	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1506	21391	14,3	403
65+000	57	0,23	50,0	21,2	40,5	0,81	745	10579	7,1	272
65+100	35	0,23	70,0	59,9	102,3	0,96	517	7342	4,9	804
65+200	66	0,43	70,0	57,0	97,6	0,96	287	4076	2,7	402
65+300	78	0,66	70,0	108,9	181,1	1,00	133	1887	1,3	801
65+400	135	0,73	70,0	44,1	76,9	0,93	176	2501	1,7	116
65+500	93	0,58	70,0	53,9	92,6	0,95	214	3036	2,0	268
65+600	100	0,77	70,0	80,5	135,4	0,98	138	1963	1,3	408
65+700	84	0,61	70,0	70,8	119,8	0,98	184	2616	1,7	816
65+800	81	0,65	70,0	92,5	154,7	0,99	150	2124	1,4	812
65+900	81	0,62	70,0	78,6	132,4	0,98	173	2457	1,6	806
66+000	82	0,58	70,0	68,2	115,7	0,97	197	2799	1,9	403
66+100	148	0,66	70,0	35,0	62,3	0,90	197	2793	1,9	201
66+200	82	0,66	70,0	68,2	115,7	0,97	196	2790	1,9	401
66+300	7	0,66	50,0	23,6	44,2	0,83	563	7997	5,3	266
66+400	7	0,66	70,0	36,2	64,8	0,91	555	7884	5,3	800



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

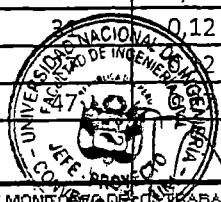
CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

000001

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dm _{máx} (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm ²	psi		
66+500	116	0,70	50,0	35,1	62,4	0,90	249	3534	2,4	268
66+600	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1142	16219	10,8	401
66+700	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1138	16157	10,8	800
66+700	78	0,27	50,0	18,7	36,7	0,77	597	8476	5,7	160
66+800	35	0,23	50,0	41,7	73,1	0,92	724	10279	6,9	815
66+900	47	0,19	50,0	22,1	41,9	0,82	893	12686	8,5	403
67+000	31	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1606	22812	15,2	265
67+100	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	914	12985	8,7	402
67+200	59	0,35	25,0	15,1	31,2	0,71	902	12805	8,5	133
67+300	47	0,27	25,0	14,3	30,1	0,69	1158	16440	11,0	160
67+400	43	0,24	25,0	12,6	27,6	0,64	1319	18732	12,5	159
67+500	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	752	10673	7,1	396
67+600	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	914	12978	8,7	404
67+700	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1324	18801	12,5	266
67+800	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1125	15970	10,6	799
67+900	47	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1020	14478	9,7	399
68+000	50	0,35	25,0	20,2	39,0	0,79	877	12453	8,3	201
68+100	43	0,27	25,0	16,9	34,0	0,74	1163	16512	11,0	202
68+200	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1094	15541	10,4	399
68+300	47	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1019	14472	9,6	266
68+400	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1322	18768	12,5	265
68+500	62	0,27	50,0	23,1	43,6	0,83	645	9165	6,1	267
68+600	31	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1616	22942	15,3	266
68+700	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	915	12993	8,7	268
68+800	55	0,16	50,0	15,7	32,2	0,72	947	13452	9,0	201
68+900	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	915	12991	8,7	402
69+000	38	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	929	13199	8,8	408
69+100	24	0,12	25,0	10,7	25,0	0,57	2545	36136	24,1	266
69+200	27	0,20	25,0	21,7	41,3	0,81	1540	21865	14,6	400
69+300	31	0,19	25,0	16,3	33,1	0,73	1636	23235	15,5	270
69+400	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1374	19511	13,0	403
69+500	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	908	12897	8,6	399
69+600	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	907	12886	8,6	200
69+700	66	0,35	50,0	29,3	53,3	0,87	505	7176	4,8	200
69+800	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	649	9209	6,1	266
69+900	39	0,27	25,0	20,7	39,8	0,80	1116	15852	10,6	267
70+000	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1493	21207	14,1	798
70+100	46	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	769	10917	7,3	405
70+200	3	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1425	20239	13,5	399
70+300	2	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1516	21529	14,4	270
70+400	2	0,12	50,0	33,6	60,1	0,90	643	9134	10,2	270



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Proviás Nacional

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

009032

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
70+500	31	0,23	25,0	24,5	45,6	0,84	1235	17532	11,7	400
70+600	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1425	20233	13,5	797
70+700	28	0,16	25,0	13,8	29,3	0,68	2000	28401	18,9	264
70+800	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	995	14134	9,4	200
70+900	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1516	21532	14,4	799
71+005	31	0,16	25,0	10,7	25,0	0,57	1906	27066	18,0	199
71+100	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1114	15825	10,5	395
71+194	79	0,43	50,0	30,9	55,8	0,88	408	5795	3,9	198
71+300	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	895	12714	8,5	792
71+395	15	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2298	32635	21,8	808
71+500	31	0,15	50,0	27,2	50,0	0,86	1148	16298	10,9	807
71+600	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	895	12703	8,5	791
71+700	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	749	10629	7,1	198
71+800	44	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	888	12606	8,4	392
71+900	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	904	12843	8,6	800
72+000	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1495	21229	14,2	399
72+100	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	895	12712	8,5	395
72+200	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1119	15893	10,6	397
72+300	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2178	30922	20,6	795
72+400	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1128	16022	10,7	793
72+500	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1515	21506	14,3	798
72+600	35	0,23	25,0	18,6	36,6	0,77	1330	18891	12,6	267
72+700	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	903	12827	8,6	397
72+800	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1323	18781	12,5	265
72+900	39	0,23	50,0	35,1	62,4	0,90	747	10613	7,1	806
73+000	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	906	12864	8,6	398
73+100	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1504	21362	14,2	793
73+200	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1321	18764	12,5	265
73+300	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1059	15034	10,0	399
73+400	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1128	16023	10,7	802
73+500	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1093	15521	10,3	266
73+600	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1420	20168	13,4	397
73+700	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1130	16045	10,7	400
73+800	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1510	21443	14,3	404
73+900	27	0,11	50,0	22,6	42,7	0,82	1527	21684	14,5	408
74+000	16	0,11	25,0	18,6	36,6	0,77	2834	40242	26,8	569
74+100	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	764	10842	7,2	404
74+200	58	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	655	9295	6,2	202
74+300	58	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	653	9274	6,2	201
74+400	39	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	909	12906	8,6	399
74+500	39	0,23	25,0	18,6	36,6	0,77	1340	1902	8,6	269



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 62843

EDWIN A. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

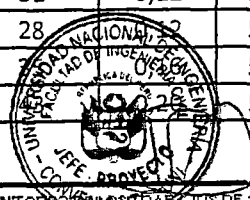
000063

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
74+600	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1121	15913	10,6	397
74+700	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1127	16005	10,7	399
74+800	35	0,27	25,0	27,0	49,7	0,86	1014	14402	9,6	399
74+900	39	0,23	25,0	15,1	31,2	0,71	1362	19337	12,9	201
75+000	66	0,27	50,0	21,8	41,5	0,81	633	8982	6,0	267
75+100	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1125	15974	10,6	266
75+200	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	639	9071	6,0	798
75+300	47	0,20	70,0	32,7	58,7	0,89	654	9294	6,2	400
75+400	42	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	917	13017	8,7	202
75+500	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1491	21176	14,1	398
75+600	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	755	10723	7,1	267
75+700	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1501	21311	14,2	802
75+800	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1424	20226	13,5	398
75+900	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1511	21459	14,3	404
76+000	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	882	12530	8,4	398
76+100	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1500	21296	14,2	401
76+200	31	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	876	12433	8,3	797
76+300	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1425	20241	13,5	399
76+400	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1128	16013	10,7	266
76+500	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1441	20464	13,6	403
76+600	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	762	10815	7,2	201
76+700	47	0,20	70,0	32,7	58,7	0,89	654	9293	6,2	800
76+800	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1129	16028	10,7	400
76+900	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	900	12779	8,5	398
77+000	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1494	21221	14,1	799
77+085	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1142	16212	10,8	802
77+180	31	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	876	12443	8,3	798
77+300	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1423	20203	13,5	796
77+400	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	906	12865	8,6	398
77+500	40	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	732	10399	6,9	395
77+600	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1490	21156	14,1	398
77+710	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1128	16018	10,7	267
77+800	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	758	10769	7,2	400
77+900	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	895	12712	8,5	396
78+000	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1089	15469	10,3	398
78+100	59	0,32	50,0	29,6	53,8	0,87	563	7999	5,3	265
78+200	59	0,35	50,0	35,1	62,4	0,90	490	6960	4,6	264
78+300	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1428	20273	13,5	799
78+400	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1479	21001	14,0	395
78+500	28	0,12	50,0	23,6	44,2	0,83	1119	15889	10,6	793
78+600	28	0,12	50,0	24,2	45,2	0,84	900	12781	8,5	398



ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



0000064

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

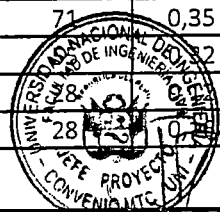
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
78+700	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1482	21043	14,0	396
78+770	40	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1081	15346	10,2	263
78+900	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1117	15862	10,6	264
79+000	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	897	12731	8,5	263
79+100	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	904	12833	8,6	399
79+200	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1406	19964	13,3	393
79+300	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	877	12455	8,3	264
79+400	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1052	14944	10,0	397
79+500	59	0,28	50,0	25,0	46,5	0,84	644	9142	6,1	397
79+600	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	879	12484	8,3	396
79+700	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	877	12455	8,3	396
79+800	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	634	9003	6,0	396
79+900	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	826	11726	7,8	795
80+000	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	749	10643	7,1	264
80+100	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	642	9113	6,1	263
80+200	44	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	746	10589	7,1	395
80+300	125	0,59	70,0	36,9	65,4	0,91	221	3145	2,1	160
80+400	102	0,55	70,0	43,6	76,2	0,93	235	3343	2,2	398
80+500	90	0,43	70,0	37,7	66,7	0,91	302	4293	2,9	200
80+600	94	0,59	70,0	53,9	92,6	0,95	212	3013	2,0	399
80+700	94	0,59	70,0	53,9	92,6	0,95	211	2999	2,0	265
80+800	98	0,55	70,0	46,0	79,9	0,94	234	3328	2,2	399
80+900	113	0,82	70,0	70,2	118,8	0,97	138	1961	1,3	400
81+000	82	0,55	70,0	59,9	102,3	0,96	219	3115	2,1	796
81+100	79	0,63	70,0	89,3	149,6	0,99	159	2257	1,5	795
81+200	48	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	546	7755	5,2	787
81+300	83	0,44	70,0	42,1	73,8	0,93	298	4233	2,8	790
81+400	78	0,47	70,0	50,7	87,4	0,95	268	3810	2,5	398
81+500	90	0,55	70,0	51,7	89,2	0,95	229	3249	2,2	398
81+600	87	0,59	70,0	62,4	106,3	0,97	201	2857	1,9	793
81+700	82	0,51	70,0	53,1	91,3	0,95	245	3478	2,3	796
81+800	75	0,43	70,0	48,1	83,3	0,94	294	4182	2,8	264
81+900	48	0,32	70,0	59,9	102,3	0,96	381	5408	3,6	789
82+000	79	0,47	70,0	50,7	87,4	0,95	267	3794	2,5	396
82+100	79	0,47	70,0	50,7	87,4	0,95	268	3806	2,5	398
82+200	83	0,47	50,0	32,6	58,5	0,89	373	5292	3,5	199
82+300	59	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	647	9187	6,1	399
82+400	71	0,35	70,0	39,8	70,0	0,92	367	5214	3,5	397
82+500	28	0,12	70,0	47,2	82,0	0,94	405	5746	3,8	790
82+600	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1094	15535	10,4	793
82+700	28	0,12	50,0	32,6	58,5	0,89	1108	15735	10,4	788



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858



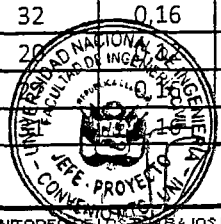
000065

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dm _{máx} (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm ²	psi		
82+800	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	865	12283	8,2	788
82+900	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1097	15574	10,4	400
83+000	59	0,36	70,0	50,7	87,4	0,95	356	5052	3,4	792
83+100	87	0,63	70,0	70,8	119,8	0,98	179	2537	1,7	791
83+200	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1087	15434	10,3	397
83+300	75	0,32	50,0	22,3	42,3	0,82	549	7800	5,2	198
83+400	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	734	10419	6,9	396
83+500	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1366	19393	12,9	401
83+600	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	910	12917	8,6	400
83+700	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	764	10847	7,2	809
83+800	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1506	21389	14,3	805
83+900	23	0,15	25,0	18,6	36,6	0,77	2018	28650	19,1	405
84+000	27	0,19	25,0	21,7	41,3	0,81	1549	21992	14,7	402
84+100	42	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	919	13047	8,7	406
84+200	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	826	11723	7,8	398
84+300	15	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2296	32599	21,7	807
84+400	23	0,15	50,0	41,7	73,1	0,92	1090	15477	10,3	818
84+500	27	0,15	50,0	32,6	58,5	0,89	1140	16183	10,8	810
84+600	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	836	11866	7,9	805
84+700	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1529	21712	14,5	806
84+800	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1538	21845	14,6	811
84+900	50	0,23	70,0	36,2	64,3	0,91	560	7949	5,3	807
85+000	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1545	21939	14,6	407
85+100	19	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1511	21460	14,3	815
85+200	19	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2218	31500	21,0	810
85+300	23	0,11	50,0	27,2	50,0	0,86	1567	22249	14,8	826
85+400	27	0,11	50,0	22,6	42,7	0,82	1532	21749	14,5	409
85+500	20	0,10	50,0	27,2	50,0	0,86	1768	25100	16,7	932
85+600	23	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1995	28324	18,9	400
85+700	27	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1105	15684	10,5	801
85+800	23	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1068	15166	10,1	802
85+900	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2176	30896	20,6	794
86+000	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1489	21147	14,1	796
86+100	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	836	11870	7,9	803
86+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1137	16146	10,8	799
86+300	35	0,15	50,0	23,6	44,2	0,83	1139	16174	10,8	404
86+400	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	909	12908	8,6	402
86+500	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1103	15659	10,4	775
86+600	27	0,16	50,0	35,1	62,4	0,90	1470	20879	13,9	793
86+700	27	0,16	70,0	47,2	82,0	0,94	822	11670	7,8	802
86+800	27	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1145	16266	10,8	793



STO. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

000066

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

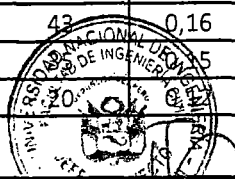
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dm _{máx} (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm ²	psi		
86+900	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2194	31149	20,8	801
87+000	31	0,19	50,0	37,4	66,2	0,91	882	12527	8,4	402
87+100	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	738	10475	7,0	795
87+200	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	832	11812	7,9	401
87+300	39	0,23	50,0	35,1	62,4	0,90	742	10532	7,0	400
87+400	39	0,27	25,0	20,7	39,8	0,80	1109	15744	10,5	265
87+500	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1118	15879	10,6	396
87+600	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1417	20117	13,4	396
87+700	28	0,20	50,0	47,7	82,6	0,94	807	11460	7,6	794
87+800	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	827	11745	7,8	397
87+900	43	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1143	16234	10,8	198
88+000	31	0,24	25,0	24,5	45,6	0,84	1231	17479	11,7	399
88+100	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	898	12747	8,5	397
88+200	27	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1098	15592	10,4	398
88+300	55	0,28	70,0	39,8	70,0	0,92	471	6682	4,5	264
88+400	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	898	12753	8,5	794
88+500	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	822	11669	7,8	792
88+600	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1087	15439	10,3	397
88+700	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	753	10688	7,1	265
88+800	71	0,40	50,0	31,3	56,5	0,88	447	6347	4,2	264
88+900	79	0,36	70,0	35,2	62,7	0,90	366	5194	3,5	396
89+000	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	877	12450	8,3	264
89+100	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1470	20872	13,9	792
89+200	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1116	15850	10,6	793
89+300	36	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1347	19126	12,8	396
89+400	39	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1339	19019	12,7	198
89+500	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	751	10669	7,1	396
89+600	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1094	15542	10,4	793
89+700	47	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	549	7803	5,2	792
89+800	47	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1012	14366	9,6	264
89+900	47	0,28	25,0	14,3	30,1	0,69	1142	16213	10,8	158
90+000	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1086	15427	10,3	396
90+100	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1483	21055	14,0	396
90+200	55	0,36	25,0	17,3	34,5	0,75	885	12567	8,4	158
90+300	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1116	15844	10,6	395
90+400	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	901	12797	8,5	396
90+500	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	894	12700	8,5	395
90+600	24	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1058	15022	10,0	794
90+700	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1050	14916	9,9	264
90+800	40	0,15	50,0	23,6	44,2	0,83	1139	16177	10,8	269
90+900	40	0,15	50,0	35,1	62,4	0,90	1470	20880	13,9	792



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858

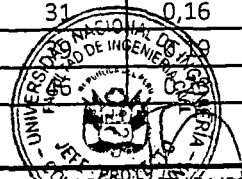
000067

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
91+000	39	0,19	70,0	39,8	70,0	0,92	673	9563	6,4	809
91+100	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1112	15783	10,5	788
91+200	63	0,31	50,0	27,2	50,0	0,86	567	8046	5,4	266
91+300	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	900	12780	8,5	795
91+400	126	0,43	50,0	18,4	36,2	0,77	375	5320	3,5	199
91+500	24	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1058	15017	10,0	794
91+600	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	903	12829	8,6	399
91+700	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1487	21114	14,1	795
91+800	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2193	31145	20,8	801
91+900	63	0,31	50,0	27,2	50,0	0,86	565	8017	5,3	397
92+000	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	755	10716	7,1	199
92+100	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1509	21428	14,3	795
92+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1136	16138	10,8	399
92+300	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1492	21188	14,1	797
92+400	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1476	20954	14,0	796
92+500	31	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	877	12447	8,3	798
92+600	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1135	16124	10,7	399
92+700	58	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	652	9258	6,2	268
92+800	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	886	12584	8,4	266
92+900	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1498	21272	14,2	801
93+000	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1092	15508	10,3	797
93+100	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	757	10745	7,2	399
93+200	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1119	15895	10,6	397
93+300	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1134	16109	10,7	797
93+400	19	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1503	21340	14,2	810
93+500	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	759	10775	7,2	803
93+600	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	913	12965	8,6	401
93+700	78	0,51	70,0	57,4	98,3	0,96	241	3420	2,3	400
93+800	19	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1511	21450	14,3	814
93+900	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1132	16077	10,7	265
94+000	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	997	14158	9,4	200
94+200	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	997	14158	9,4	200
94+300	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1518	21561	14,4	406
94+400	31	0,19	25,0	16,3	33,1	0,73	1627	23103	15,4	268
94+500	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1442	20478	13,7	403
94+600	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1127	16001	10,7	399
94+700	47	0,20	70,0	32,7	58,7	0,89	649	9218	6,1	397
94+800	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	918	13038	8,7	406
94+900	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1133	16088	10,7	796
95+000			50,0	27,2	50,0	0,86	912	12952	8,6	401
95+100			70,0	39,8	70,0	0,92	565	8027	5,4	407



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



000068

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
95+200	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	914	12978	8,7	404
95+300	50	0,23	50,0	24,7	45,9	0,84	760	10794	7,2	402
95+400	97	0,66	70,0	62,1	105,8	0,97	181	2563	1,7	268
95+500	80	0,42	70,0	42,1	73,8	0,93	309	4390	2,9	410
95+600	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1419	20151	13,4	397
95+700	42	0,15	50,0	19,4	37,7	0,78	1080	15336	10,2	272
95+800	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	759	10785	7,2	402
95+900	39	0,12	50,0	16,4	33,1	0,73	1304	18514	12,3	403
96+000	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1144	16248	10,8	268
96+100	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1481	21037	14,0	799
96+200	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1126	15995	10,7	399
96+300	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1088	15456	10,3	397
96+400	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1089	15462	10,3	397
96+500	32	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	823	11682	7,8	790
96+600	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1110	15765	10,5	789
96+700	24	0,12	25,0	10,7	25,0	0,57	2530	35929	24,0	264
96+800	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	863	12253	8,2	266
96+900	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1133	16087	10,7	398
97+000	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1097	15575	10,4	795
97+100	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1472	20899	13,9	793
97+200	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	756	10736	7,2	199
97+300	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	884	12559	8,4	266
97+400	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	744	10570	7,0	265
97+500	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2178	30929	20,6	795
97+600	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2169	30794	20,5	791
97+700	47	0,19	50,0	22,1	41,9	0,82	891	12657	8,4	402
97+800	51	0,31	25,0	15,9	32,3	0,72	1007	14306	9,5	159
97+900	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	903	12829	8,6	397
98+000	91	0,52	70,0	46,5	80,8	0,94	249	3533	2,4	394
98+100	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1114	15822	10,5	790
98+200	51	0,28	50,0	30,0	54,4	0,88	641	9105	6,1	396
98+300	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	899	12768	8,5	794
98+400	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1500	21303	14,2	791
98+500	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	899	12772	8,5	395
98+600	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	637	9051	6,0	796
98+700	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1088	15443	10,3	788
98+800	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1087	15436	10,3	788
98+900	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1470	20878	13,9	393
99+000	28	0,12	50,0	32,6	58,5	0,89	1113	15805	10,5	791
99+100	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1049	14893	9,9	396
99+200	28	0,12	25,0	21,7	41,3	0,75	1531	21744	15,7	397



F. ARTURO HERNÁNDEZ GUILLÉN
INGENIERO MONITOR
CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
99+300	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	899	12761	8,5	395
99+400	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1114	15821	10,5	395
99+500	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1427	20257	13,5	399
99+600	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	861	12229	8,2	265
99+700	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	650	9237	6,2	400
99+800	59	0,24	50,0	21,2	40,5	0,81	727	10322	6,9	265
99+900	63	0,23	50,0	19,9	38,6	0,79	714	10134	6,8	200
100+000	59	0,32	50,0	29,6	53,8	0,87	562	7985	5,3	396
100+100	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	735	10441	7,0	793
100+200	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1113	15808	10,5	791
100+300	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1134	16099	10,7	797
100+400	42	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	769	10917	7,3	814
100+500	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	756	10741	7,2	400
100+600	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	896	12719	8,5	792
100+700	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	899	12772	8,5	795
100+800	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1485	21080	14,1	800
100+900	59	0,20	50,0	17,9	35,5	0,76	815	11568	7,7	266
101+000	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1497	21256	14,2	800
101+100	31	0,16	25,0	10,7	25,0	0,57	1908	27087	18,1	199
101+200	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1060	15058	10,0	800
101+300	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1054	14969	10,0	265
101+400	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1141	16196	10,8	401
101+500	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1128	16023	10,7	397
101+600	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1093	15521	10,3	266
101+700	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	876	12436	8,3	395
101+800	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1134	16105	10,7	399
101+900	75	0,35	50,0	25,4	47,2	0,85	500	7107	4,7	99
102+000	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	905	12847	8,6	800
102+100	74	0,31	50,0	22,3	42,3	0,82	560	7950	5,3	269
102+200	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1436	20389	13,6	803
102+300	74	0,35	70,0	37,3	66,1	0,91	371	5268	3,5	267
102+400	73	0,31	70,0	33,0	59,2	0,89	415	5895	3,9	810
102+500	59	0,28	50,0	25,0	46,5	0,84	643	9136	6,1	265
102+600	81	0,46	50,0	32,6	58,5	0,89	379	5387	3,6	404
102+700	100	0,50	50,0	27,2	50,0	0,86	354	5028	3,4	202
102+810	70	0,39	70,0	45,5	79,1	0,93	329	4673	3,1	399
102+900	75	0,32	70,0	33,0	59,2	0,89	405	5750	3,8	197
103+000	47	0,23	70,0	39,8	70,0	0,92	555	7878	5,3	799
103+100	24	0,08	50,0	17,9	35,5	0,76	2018	28649	19,1	790
103+200	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1477	20968	14,0	395
103+300	48	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	749	10668	10,8	789



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



Proviás Nacional

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

000070

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
103+400	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1093	15525	10,3	399
103+500	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	894	12693	8,5	790
103+600	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1484	21066	14,0	793
103+720	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	757	10742	7,2	266
103+800	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1417	20120	13,4	793
103+900	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1414	20079	13,4	396
104+000	56	0,36	50,0	39,2	69,0	0,92	475	6748	4,5	788
104+100	72	0,40	50,0	31,3	56,5	0,88	444	6308	4,2	393
104+200	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	871	12374	8,2	794
104+300	99	0,55	70,0	46,0	79,9	0,94	232	3296	2,2	263
104+400	40	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	729	10359	6,9	787
104+500	91	0,67	70,0	73,3	123,9	0,98	165	2346	1,6	790
104+600	111	0,83	70,0	75,8	127,8	0,98	131	1867	1,2	789
104+700	103	0,67	70,0	58,0	99,2	0,96	181	2568	1,7	394
104+800	95	0,67	70,0	67,1	113,8	0,97	172	2443	1,6	158
104+900	103	0,71	70,0	64,2	109,2	0,97	165	2350	1,6	396
105+000	87	0,51	70,0	49,5	85,6	0,94	248	3516	2,3	264
105+100	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	549	7798	5,2	398
105+200	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	750	10649	7,1	397
105+300	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1502	21335	14,2	792
105+400	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1088	15456	10,3	397
105+500	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1417	20126	13,4	793
105+600	66	0,19	50,0	16,1	32,7	0,73	770	10941	7,3	201
105+700	71	0,24	50,0	17,9	35,5	0,76	672	9549	6,4	158
105+800	102	0,47	25,0	9,0	23,0	0,48	586	8319	5,5	57
105+900	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2190	31092	20,7	799
106+000	130	0,71	50,0	30,5	55,3	0,88	250	3546	2,4	88
106+100	34	0,23	25,0	18,6	36,6	0,77	1373	19502	13,0	276
106+200	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1133	16094	10,7	402
106+300	46	0,19	50,0	22,1	41,9	0,82	895	12706	8,5	404
106+400	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1378	19569	13,0	405
106+500	39	0,12	50,0	16,4	33,1	0,73	1297	18422	12,3	401
106+600	27	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1124	15967	10,6	408
106+700	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	645	9158	6,1	793
106+800	75	0,39	70,0	42,4	74,2	0,93	328	4665	3,1	396
106+900	74	0,39	70,0	42,4	74,2	0,93	331	4700	3,1	199
107+000	63	0,32	50,0	27,2	50,0	0,86	562	7974	5,3	395
107+100	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	751	10669	7,1	265
107+200	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	643	9135	6,1	396
107+300	55	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	899	12772	8,5	263
107+410	55	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	877	12450	8,3	198



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858



000071

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
107+500	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	745	10572	7,0	199
107+600	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	642	9118	6,1	790
107+700	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	751	10664	7,1	396
107+800	51	0,28	50,0	30,0	54,4	0,88	643	9127	6,1	396
107+900	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	897	12732	8,5	394
108+000	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	740	10507	7,0	264
108+100	40	0,12	50,0	16,4	33,1	0,73	1277	18136	12,1	790
108+200	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	751	10669	7,1	398
108+300	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	752	10682	7,1	264
108+400	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1414	20079	13,4	791
108+500	94	0,39	50,0	22,1	41,9	0,82	440	6254	4,2	265
108+600	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	744	10561	7,0	397
108+700	62	0,23	50,0	19,9	38,6	0,79	715	10157	6,8	267
108+800	67	0,40	50,0	34,0	60,8	0,90	441	6265	4,2	394
108+900	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	992	14080	9,4	199
109+000	133	0,51	50,0	20,3	39,1	0,79	332	4716	3,1	160
109+100	106	0,35	50,0	17,9	35,5	0,76	450	6386	4,3	99
109+200	59	0,36	50,0	35,1	62,4	0,90	488	6925	4,6	394
109+300	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1357	19276	12,9	399
109+400	67	0,31	70,0	37,0	65,6	0,91	416	5905	3,9	399
109+500	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	910	12922	8,6	400
109+600	83	0,36	50,0	22,6	42,7	0,82	493	7000	4,7	395
109+700	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2671	37923	25,3	395
109+800	47	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1018	14462	9,6	399
109+900	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1126	15982	10,7	399
110+000	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	860	12210	8,1	265
110+100	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1101	15632	10,4	804
110+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1131	16061	10,7	265
110+300	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1418	20138	13,4	793
110+400	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	746	10594	7,1	395
110+500	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2286	32467	21,6	804
110+600	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1494	21222	14,1	399
110+695	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2240	31815	21,2	787
110+800	51	0,19	50,0	20,4	39,3	0,80	870	12353	8,2	268
110+900	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1511	21460	14,3	797
111+000	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	897	12733	8,5	396
111+100	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	748	10621	7,1	198
111+200	71	0,35	25,0	10,7	25,0	0,57	843	11969	8,0	88
111+300	71	0,24	50,0	17,9	35,5	0,76	674	9577	6,4	158
111+400	43	0,24	50,0	24,2	45,2	0,84	897	12732	8,5	264
111+500	3	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	1130	16047	10,7	265



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 03643

EDWIN APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

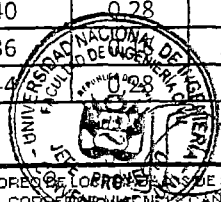
000072

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
111+600	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1047	14874	9,9	263
111+700	79	0,24	50,0	16,4	33,1	0,73	638	9054	6,0	158
111+800	63	0,43	25,0	19,9	38,5	0,79	711	10097	6,7	159
111+900	59	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	645	9161	6,1	199
112+000	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1425	20239	13,5	399
112+100	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	907	12874	8,6	398
112+200	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	912	12947	8,6	267
112+300	63	0,43	25,0	19,9	38,5	0,79	708	10049	6,7	158
112+400	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	748	10623	7,1	198
112+500	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	897	12741	8,5	397
112+600	39	0,27	25,0	20,7	39,8	0,80	1109	15752	10,5	265
112+700	55	0,20	50,0	19,0	37,2	0,78	841	11942	8,0	200
112+800	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	908	12889	8,6	266
112+900	39	0,24	70,0	50,7	87,4	0,95	536	7604	5,1	795
113+000	47	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	552	7836	5,2	398
113+100	39	0,23	25,0	15,1	31,2	0,71	1352	19194	12,8	200
113+200	59	0,31	50,0	29,6	53,8	0,87	563	8000	5,3	198
113+300	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	835	11850	7,9	401
113+400	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1125	15977	10,7	266
113+500	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	908	12889	8,6	399
113+600	110	0,51	70,0	36,5	64,7	0,91	254	3602	2,4	198
113+700	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1087	15438	10,3	397
113+800	71	0,39	50,0	31,3	56,5	0,88	450	6396	4,3	266
113+900	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	738	10477	7,0	398
114+000	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1422	20187	13,5	398
114+100	63	0,32	50,0	27,2	50,0	0,86	563	7990	5,3	198
114+200	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1100	15623	10,4	793
114+300	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1432	20332	13,6	401
114+400	55	0,35	70,0	56,4	96,6	0,96	347	4927	3,3	794
114+500	79	0,43	70,0	44,9	78,1	0,93	299	4241	2,8	199
114+600	51	0,24	70,0	36,2	64,3	0,91	550	7811	5,2	396
114+700	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	904	12839	8,6	397
114+800	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1484	21075	14,0	793
114+900	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1060	15056	10,0	267
115+000	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1095	15551	10,4	397
115+100	24	0,12	25,0	10,7	25,0	0,57	2536	36014	24,0	265
115+200	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1512	21464	14,3	398
115+300	51	0,24	70,0	36,2	64,3	0,91	551	7829	5,2	265
115+400	40	0,28	25,0	20,7	39,8	0,80	1098	15594	10,4	263
115+500	36	0,28	50,0	23,6	44,2	0,83	1115	15831	10,6	263
115+600	44	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1135	16123	10,6	263



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 83843

INGENIERO MONITOR
 CIP 40858



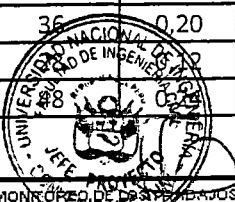
CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

000073

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13	PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal	REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000	LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
115+700	43	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1143	16226	10,8	198
115+800	59	0,35	25,0	15,1	31,2	0,71	896	12718	8,5	133
115+900	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1491	21175	14,1	398
116+000	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	989	14045	9,4	198
116+100	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	752	10682	7,1	264
116+200	31	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1607	22819	15,2	265
116+300	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1319	18731	12,5	265
116+400	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1508	21407	14,3	795
116+500	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	755	10726	7,2	265
116+600	47	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1013	14392	9,6	265
116+700	35	0,20	25,0	13,1	28,3	0,65	1594	22638	15,1	199
116+800	67	0,28	50,0	21,8	41,5	0,81	628	8916	5,9	159
116+900	63	0,31	50,0	27,2	50,0	0,86	566	8036	5,4	265
117+000	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1110	15768	10,5	394
117+100	142	0,71	50,0	27,2	50,0	0,86	250	3548	2,4	99
117+200	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	742	10539	7,0	198
117+300	75	0,39	70,0	42,4	74,2	0,93	330	4691	3,1	398
117+400	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1319	18730	12,5	265
117+500	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	829	11774	7,8	796
117+600	86	0,59	25,0	19,5	38,0	0,79	524	7447	5,0	114
117+700	51	0,19	50,0	20,4	39,3	0,80	868	12321	8,2	200
117+800	51	0,27	50,0	30,0	54,4	0,88	645	9164	6,1	398
117+900	118	0,71	70,0	50,7	87,4	0,95	179	2537	1,7	265
118+000	79	0,43	25,0	12,8	27,9	0,65	724	10278	6,9	88
118+100	39	0,16	70,0	31,5	56,8	0,88	802	11395	7,6	396
118+200	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1087	15432	10,3	397
118+300	71	0,32	50,0	23,6	44,2	0,83	558	7923	5,3	395
118+400	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1119	15887	10,6	396
118+500	31	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1606	22812	15,2	265
118+600	43	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1142	16219	10,8	198
118+700	47	0,32	25,0	18,6	36,6	0,77	986	14001	9,3	198
118+800	63	0,32	70,0	39,8	70,0	0,92	413	5864	3,9	264
118+900	95	0,63	70,0	59,9	102,3	0,96	191	2718	1,8	159
119+010	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1083	15378	10,3	785
119+100	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1108	15732	10,5	393
119+200	71	0,36	50,0	27,2	50,0	0,86	500	7099	4,7	198
119+300	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1119	15896	10,6	262
119+400	43	0,24	70,0	44,4	77,4	0,93	546	7750	5,2	396
119+500	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	893	12687	8,5	395
119+600	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1091	15493	10,3	785
119+700	43	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	748	10628	7,2	265



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 63543

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858



Proviás Nacional

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

000074

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
119+800	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1464	20794	13,9	789
119+900	44	0,20	70,0	35,6	63,3	0,90	657	9326	6,2	395
120+000	40	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1329	18876	12,6	197
120+100	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1410	20015	13,3	394
120+200	56	0,32	50,0	32,6	58,5	0,89	553	7847	5,2	393
120+300	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1109	15743	10,5	788
120+400	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1460	20726	13,8	787
120+500	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1085	15410	10,3	787
120+600	28	0,16	70,0	47,2	82,0	0,94	807	11456	7,6	788
120+700	44	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	743	10544	7,0	786
120+800	48	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	749	10631	7,1	395
120+900	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1110	15758	10,5	394
121+000	44	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	890	12635	8,4	393
121+100	28	0,20	25,0	21,7	41,3	0,81	1521	21594	14,4	395
121+200	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1123	15947	10,6	395
121+310	48	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1008	14310	9,5	395
121+400	40	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	731	10380	6,9	788
121+500	32	0,24	25,0	24,5	45,6	0,84	1215	17254	11,5	393
121+600	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	896	12717	8,5	396
121+710	40	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1078	15302	10,2	393
121+800	60	0,28	50,0	25,0	46,5	0,84	637	9038	6,0	262
121+900	28	0,16	70,0	47,2	82,0	0,94	804	11422	7,6	785
122+000	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1111	15775	10,5	787
122+100	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	893	12683	8,5	392
122+200	72	0,44	70,0	52,1	89,7	0,95	287	4077	2,7	393
122+300	63	0,52	70,0	93,5	156,3	0,99	189	2679	1,8	788
122+400	67	0,44	70,0	57,0	97,6	0,96	282	3998	2,7	395
122+500	83	0,55	70,0	59,9	102,3	0,96	218	3092	2,1	395
122+600	79	0,43	50,0	30,9	55,8	0,88	407	5776	3,9	263
122+700	63	0,40	70,0	53,9	92,6	0,95	315	4472	3,0	790
122+800	119	0,71	50,0	35,1	62,4	0,90	244	3463	2,3	789
122+900	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	865	12277	8,2	787
123+000	107	0,79	70,0	73,7	124,4	0,98	140	1987	1,3	789
123+100	115	0,55	70,0	38,2	67,4	0,91	235	3340	2,2	198
123+200	80	0,44	50,0	30,9	55,8	0,88	403	5728	3,8	261
123+300	75	0,36	70,0	37,3	66,1	0,91	366	5203	3,5	396
123+400	59	0,40	70,0	59,9	102,3	0,96	304	4324	2,9	789
123+500	103	0,63	70,0	52,6	90,6	0,95	198	2806	1,9	263
123+600	71	0,28	50,0	20,6	39,6	0,80	614	8715	5,8	264
123+700	12	0,57	70,0	42,9	75,0	0,93	193	2746	1,8	198
123+800			70,0	69,3				2268		



F. ARTURO HERNÁNDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 63843

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858



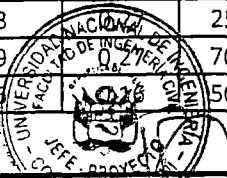
CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

000075

PROYECTO: Corredor Vial N° 13	PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal	REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO
TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000	LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
123+900	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	750	10646	7,1	395
124+000	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	898	12749	8,5	198
124+100	59	0,28	70,0	36,7	65,1	0,91	472	6703	4,5	397
124+200	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	882	12527	8,4	265
124+300	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	825	11716	7,8	397
124+400	55	0,28	70,0	39,8	70,0	0,92	471	6695	4,5	396
124+500	63	0,39	70,0	53,9	92,6	0,95	317	4500	3,0	398
124+600	75	0,31	70,0	33,0	59,2	0,89	407	5783	3,9	397
124+700	83	0,39	70,0	37,6	66,4	0,91	330	4688	3,1	264
124+800	70	0,43	70,0	52,1	89,7	0,95	292	4148	2,8	400
124+900	109	0,59	70,0	43,4	75,7	0,93	221	3135	2,1	200
125+000	110	0,55	70,0	39,8	70,0	0,92	236	3355	2,2	159
125+100	95	0,59	70,0	53,9	92,6	0,95	210	2988	2,0	396
125+200	99	0,51	70,0	41,7	73,1	0,92	253	3593	2,4	198
125+300	55	0,28	70,0	39,8	70,0	0,92	472	6704	4,5	265
125+400	79	0,43	50,0	30,9	55,8	0,88	409	5804	3,9	159
125+500	95	0,47	70,0	39,8	70,0	0,92	275	3909	2,6	264
125+600	66	0,31	50,0	25,2	46,9	0,84	567	8050	5,4	266
125+700	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	739	10495	7,0	797
125+800	59	0,27	70,0	36,7	65,1	0,91	473	6723	4,5	398
125+900	63	0,35	70,0	46,2	80,3	0,94	363	5161	3,4	265
126+000	55	0,28	70,0	39,8	70,0	0,92	473	6719	4,5	265
126+100	59	0,23	50,0	21,2	40,5	0,81	729	10353	6,9	200
126+200	63	0,31	70,0	39,8	70,0	0,92	416	5901	3,9	399
126+300	67	0,27	50,0	21,8	41,5	0,81	629	8929	6,0	199
126+400	71	0,31	70,0	34,7	61,9	0,90	414	5879	3,9	798
126+500	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	649	9222	6,1	266
126+600	94	0,47	70,0	39,8	70,0	0,92	278	3944	2,6	267
126+700	78	0,39	70,0	39,8	70,0	0,92	332	4713	3,1	199
126+800	99	0,47	70,0	37,9	67,0	0,91	275	3911	2,6	264
126+900	67	0,39	70,0	49,2	85,1	0,94	324	4599	3,1	265
127+000	55	0,27	70,0	39,8	70,0	0,92	475	6743	4,5	798
127+100	82	0,43	50,0	28,9	52,7	0,87	412	5847	3,9	266
127+200	70	0,35	70,0	39,8	70,0	0,92	370	5254	3,5	400
127+300	70	0,35	70,0	39,8	70,0	0,92	371	5272	3,5	267
127+400	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	550	7812	5,2	798
127+500	66	0,35	70,0	42,7	74,7	0,93	369	5238	3,5	800
127+600	59	0,20	50,0	17,9	35,5	0,76	817	11604	7,7	267
127+700	43	0,24	25,0	16,9	34,0	0,74	1149	16313	10,9	199
127+800	59	0,28	70,0	36,7	65,1	0,91	474	6725	4,5	796
127+900	36	0,28	50,0	23,6	44,2	0,83	1114	15827	10,5	790



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIF 53843

INGENIERO MONITOR
CIF 40858



000076

CÁLCULO DE PARAMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

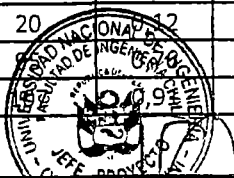
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: IZQUIERDO

Progresiva	Dm _{máx} (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm ²	psi		
128+000	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1492	21192	14,1	787
128+100	86	0,39	70,0	35,6	63,3	0,90	333	4728	3,2	267
128+200	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	755	10719	7,1	398
128+300	82	0,47	50,0	32,6	58,5	0,89	376	5335	3,6	160
128+400	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	830	11785	7,9	797
128+500	67	0,35	70,0	42,7	74,7	0,93	366	5200	3,5	199
128+600	82	0,43	70,0	42,1	73,8	0,93	302	4286	2,9	267
128+700	35	0,24	70,0	59,9	102,3	0,96	512	7273	4,8	796
128+800	40	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1334	18943	12,6	197
128+900	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1109	15746	10,5	788
129+000	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2163	30708	20,5	789
129+100	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	821	11654	7,8	791
129+200	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1095	15550	10,4	397
129+300	35	0,20	70,0	45,5	79,1	0,93	654	9282	6,2	793
129+400	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1088	15457	10,3	789
129+500	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	906	12861	8,6	398
129+600	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2277	32339	21,6	800
129+700	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1414	20082	13,4	791
129+800	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1088	15451	10,3	789
129+900	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2257	32054	21,4	793
130+100	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1122	15925	10,6	397
130+200	27	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1098	15598	10,4	796
130+300	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	901	12800	8,5	797
130+400	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	825	11720	7,8	795
130+500	71	0,31	50,0	23,6	44,2	0,83	561	7960	5,3	199
130+600	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1463	20781	13,9	789
130+700	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2169	30794	20,5	791
130+800	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1494	21210	14,1	787
130+900	9	0,05	25,0	13,1	28,3	0,65	6346	90111	60,1	790
131+000	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1464	20793	13,9	789
131+100	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2243	31854	21,2	788
131+200	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	894	12699	8,5	395
131+300	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1469	20860	13,9	792
131+400	32	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	821	11657	7,8	788
131+500	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1115	15837	10,6	395
131+600	13	0,05	50,0	20,4	39,3	0,80	3423	48604	32,4	791
131+700	47	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	549	7794	5,2	791
131+800	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1096	15558	10,4	789
131+900	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1463	20768	13,8	789
132+000	13	0,05	70,0	86,8	145,5	0,99	135	1912	1,3	786
132+100	13	0,05	70,0	109,8	182,6	0,99	96	1363	1,3	786



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 83043

INGENIERO MONITOR
CIP 40858



000110

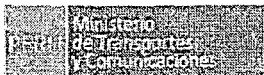
CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13 PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000 LADO: DERECHO

Progresiva	Dm _{máx} (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm ²	psi		
54+200	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	924	13115	8,7	406
54+300	63	0,35	50,0	31,9	57,4	0,89	502	7121	4,7	160
54+400	50	0,23	50,0	24,7	45,9	0,84	768	10907	7,3	203
54+500	54	0,23	50,0	22,6	42,7	0,82	758	10769	7,2	162
54+600	35	0,15	50,0	23,6	44,2	0,83	1143	16235	10,8	405
54+700	39	0,23	50,0	35,1	62,4	0,90	747	10601	7,1	402
54+773	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1142	16219	10,8	268
54+900	62	0,31	70,0	39,8	70,0	0,92	418	5937	4,0	402
55+013	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	550	7810	5,2	399
55+100	92	0,31	50,0	17,9	35,5	0,76	518	7356	4,9	135
55+200	100	0,38	50,0	20,4	39,3	0,80	440	6249	4,2	163
55+300	70	0,47	25,0	18,6	36,6	0,77	663	9410	6,3	133
55+400	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	750	10649	7,1	265
55+500	59	0,23	50,0	21,2	40,5	0,81	729	10352	6,9	200
55+600	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	831	11803	7,9	400
55+700	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1136	16135	10,8	201
55+800	54	0,23	50,0	22,6	42,7	0,82	752	10674	7,1	201
55+900	65	0,34	50,0	29,3	53,3	0,87	515	7313	4,9	272
56+000	35	0,15	70,0	34,7	61,9	0,90	846	12012	8,0	407
56+100	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	762	10816	7,2	269
56+200	70	0,51	25,0	22,3	42,2	0,82	590	8374	5,6	160
56+300	31	0,19	50,0	37,4	66,2	0,91	882	12525	8,4	402
56+400	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2170	30820	20,5	792
56+500	13	0,05	50,0	20,4	39,3	0,80	3494	49611	33,1	807
56+600	19	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2708	38458	25,6	401
56+700	19	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1504	21351	14,2	811
56+800	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2183	30996	20,7	797
56+900	15	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2304	32717	21,8	810
57+000	13	0,05	50,0	20,4	39,3	0,80	3423	48608	32,4	791
57+100	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	908	12899	8,6	803
57+200	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2280	32379	21,6	801
57+295	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1120	15906	10,6	796
57+400	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2274	32284	21,5	799
57+485	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1141	16195	10,8	267
57+600	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2278	32349	21,6	801
57+700	24	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1979	28104	18,7	397
57+800	27	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1100	15615	10,4	797
57+910	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	908	12889	8,6	266
58+000	16	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	739	10496	7,0	398
58+100	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2265	32349	21,6	801
58+200	15	0,08	50,0	32,6	58,5	0,89	1135	16119	10,8	267
58+300	59	0,23	50,0	28,8	50,0	0,87	301	4271	2,8	159
58+400	16	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	846	12012	8,0	407



INGENIERO MONITOR
 EDWIN W. APOLINARIO MORANES
 CIP 40858
 ING. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 CIP 63843



CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

000111

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
58+510	46	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	646	9168	6,1	403
58+600	75	0,27	50,0	19,6	38,0	0,79	606	8611	5,7	199
58+695	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1130	16050	10,7	397
58+800	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1426	20244	13,5	399
58+900	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1509	21424	14,3	398
59+000	95	0,40	70,0	32,7	58,7	0,89	323	4588	3,1	197
59+100	111	0,55	70,0	39,8	70,0	0,92	236	3345	2,2	198
59+200	75	0,36	70,0	37,3	66,1	0,91	365	5184	3,5	394
59+300	71	0,32	50,0	23,6	44,2	0,83	559	7937	5,3	158
59+400	28	0,08	50,0	15,7	32,2	0,72	1878	26667	17,8	398
59+500	24	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1049	14890	9,9	787
59+600	35	0,20	25,0	13,1	28,3	0,65	1600	22720	15,1	199
59+700	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1509	21434	14,3	796
59+800	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	898	12757	8,5	265
59+900	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2267	32191	21,5	797
60+000	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	755	10716	7,1	265
60+100	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1063	15096	10,1	401
60+200	24	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1987	28209	18,8	399
60+300	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2695	38263	25,5	399
60+400	51	0,27	50,0	30,0	54,4	0,88	645	9158	6,1	265
60+500	55	0,32	25,0	13,8	29,3	0,68	1001	14220	9,5	132
60+600	46	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	1006	14282	9,5	202
60+700	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1063	15098	10,1	267
60+800	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1139	16173	10,8	267
60+900	58	0,35	70,0	50,7	87,4	0,95	361	5129	3,4	402
61+000	85	0,58	70,0	62,4	106,3	0,97	206	2921	1,9	405
61+100	83	0,59	70,0	68,2	115,7	0,97	195	2763	1,8	397
61+200	66	0,43	25,0	17,5	34,8	0,75	732	10395	6,9	134
61+300	78	0,55	70,0	65,6	111,4	0,97	213	3023	2,0	399
61+400	79	0,51	70,0	57,4	98,3	0,96	239	3400	2,3	398
61+500	55	0,23	50,0	22,6	42,7	0,82	747	10608	7,1	200
61+600	27	0,16	25,0	13,8	29,3	0,68	2017	28640	19,1	266
61+700	74	0,31	50,0	22,3	42,3	0,82	559	7938	5,3	161
61+800	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	911	12930	8,6	267
61+900	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	900	12778	8,5	265
62+000	27	0,20	25,0	21,7	41,3	0,81	1539	21848	14,6	399
62+100	74	0,31	70,0	33,0	59,2	0,89	410	5829	3,9	200
62+200	23	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1996	28350	18,9	401
62+300	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1091	15498	10,3	266
62+400	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1131	16110	10,3	267
62+500	44	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	769	10919	10,3	405
62+600	51	0,23	50,0	24,7	45,9	0,84	758	10765	7,2	401
62+700	43	0,16	50,0	24,2	45,2	0,84	904	12830	8,6	399



E. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN

INGENIERO MONITOR



CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

000112

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

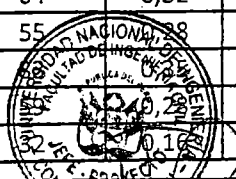
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
62+800	78	0,39	70,0	39,8	70,0	0,92	335	4762	3,2	403
62+900	90	0,47	50,0	28,8	52,4	0,87	379	5375	3,6	80
63+000	78	0,39	70,0	39,8	70,0	0,92	335	4760	3,2	268
63+100	77	0,42	50,0	30,9	55,8	0,88	417	5922	3,9	162
63+200	86	0,43	70,0	39,8	70,0	0,92	303	4304	2,9	400
63+300	98	0,39	50,0	21,2	40,5	0,81	437	6212	4,1	160
63+400	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1132	16077	10,7	398
63+500	58	0,23	50,0	21,2	40,5	0,81	732	10397	6,9	200
63+600	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	860	12205	8,1	265
63+700	54	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	658	9338	6,2	404
63+800	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	759	10773	7,2	803
63+800	58	0,31	50,0	29,6	53,8	0,87	574	8153	5,4	404
63+900	53	0,31	50,0	32,6	58,5	0,89	576	8180	5,5	273
64+000	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2266	32172	21,4	796
64+100	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	914	12976	8,7	401
64+200	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1429	20285	13,5	400
64+300	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1439	20430	13,6	402
64+400	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	910	12923	8,6	402
64+500	42	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	765	10860	7,2	810
64+600	31	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1615	22939	15,3	266
64+700	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1137	16149	10,8	403
64+800	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	913	12963	8,6	269
64+900	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	640	9084	6,1	266
65+000	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	907	12884	8,6	267
65+100	35	0,15	50,0	23,6	44,2	0,83	1147	16286	10,9	406
65+200	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1374	19516	13,0	404
65+300	23	0,15	50,0	41,7	73,1	0,92	1101	15631	10,4	826
65+400	27	0,08	50,0	15,7	32,2	0,72	1919	27244	18,2	406
65+500	46	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	655	9298	6,2	409
65+600	38	0,15	70,0	31,5	56,8	0,88	824	11699	7,8	813
65+700	34	0,23	25,0	18,6	36,6	0,77	1369	19440	13,0	275
65+800	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1138	16154	10,8	400
65+900	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	908	12900	8,6	401
66+000	38	0,15	50,0	21,2	40,5	0,81	1119	15894	10,6	272
66+100	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2245	31882	21,3	789
66+200	95	0,51	50,0	30,2	54,8	0,88	345	4893	3,3	197
66+300	95	0,55	50,0	33,6	60,1	0,90	317	4499	3,0	396
66+400	62	0,35	70,0	46,2	80,3	0,94	366	5190	3,5	400
66+500	64	0,32	50,0	27,2	50,0	0,86	560	7945	5,3	393
66+600	55	0,38	70,0	39,8	70,0	0,92	470	6559	4,8	399
66+700	52	0,35	70,0	33,4	59,8	0,89	366	5190	3,5	398
66+700	52	0,35	70,0	36,7	65,1	0,91	473	6719	4,5	265
66+800	52	0,35	50,0	27,2	50,0	0,86	560	7945	5,3	393



EDWIN APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858

ARTURO FERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 63843

000113

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
66+900	43	0,23	70,0	44,4	77,4	0,93	550	7810	5,2	799
67+000	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	751	10658	7,1	396
67+100	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	750	10656	7,1	396
67+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1130	16050	10,7	397
67+300	51	0,24	70,0	36,2	64,3	0,91	548	7782	5,2	197
67+400	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1139	16169	10,8	800
67+500	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	638	9061	6,0	398
67+600	43	0,23	50,0	30,5	55,3	0,88	755	10725	7,1	800
67+700	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	908	12891	8,6	798
67+800	48	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	875	12419	8,3	263
67+900	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	751	10663	7,1	795
68+000	86	0,43	50,0	27,2	50,0	0,86	413	5869	3,9	200
68+100	59	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	647	9190	6,1	266
68+200	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1096	15563	10,4	400
68+300	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	735	10440	7,0	793
68+400	51	0,28	50,0	30,0	54,4	0,88	643	9135	6,1	794
68+500	63	0,35	50,0	31,9	57,4	0,89	501	7109	4,7	266
68+600	47	0,19	50,0	22,1	41,9	0,82	893	12684	8,5	269
68+700	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	900	12774	8,5	398
68+800	70	0,35	50,0	27,2	50,0	0,86	511	7262	4,8	270
68+900	59	0,31	70,0	43,1	75,3	0,93	414	5883	3,9	400
69+000	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1127	16003	10,7	801
69+100	47	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	554	7864	5,2	399
69+200	62	0,31	70,0	39,8	70,0	0,92	417	5925	3,9	401
69+300	59	0,35	50,0	35,1	62,4	0,90	495	7028	4,7	400
69+400	63	0,35	70,0	46,2	80,3	0,94	364	5173	3,4	798
69+500	47	0,23	70,0	39,8	70,0	0,92	559	7943	5,3	403
69+600	59	0,28	70,0	36,7	65,1	0,91	472	6700	4,5	793
69+780	71	0,39	50,0	31,3	56,5	0,88	450	6396	4,3	266
69+800	89	0,50	50,0	32,1	57,7	0,89	351	4989	3,3	405
69+900	77	0,43	50,0	30,9	55,8	0,88	416	5907	3,9	404
70+000	70	0,35	50,0	27,2	50,0	0,86	508	7210	4,8	268
70+100	95	0,50	70,0	41,7	73,1	0,92	262	3716	2,5	819
70+200	62	0,19	50,0	16,9	34,0	0,74	795	11292	7,5	201
70+300	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	649	9213	6,1	266
70+400	42	0,23	70,0	44,4	77,4	0,93	562	7979	5,3	408
70+500	47	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1015	14411	9,6	265
70+600	47	0,19	50,0	22,1	41,9	0,82	892	12673	8,4	268
70+700	38	0,15	70,0	31,5	56,8	0,88	826	11735	7,8	816
70+800	31	0,23	50,0	19,9	38,6	0,79	1459	10639	14,4	396
70+900	51	0,23	50,0	21,2	40,5	0,81	749	10639	7,1	795
71+000	51	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	914	12972	8,6	803
71+100	28	0,19	25,0	21,7	40,5	0,81	1524	21643	14,4	396



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Proyas Nacional

CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

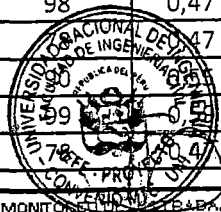
000114

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
71+200	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	902	12805	8,5	396
71+300	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1120	15904	10,6	796
71+400	54	0,23	70,0	33,4	59,8	0,89	558	7927	5,3	270
71+500	42	0,23	70,0	44,4	77,4	0,93	562	7979	5,3	816
71+600	54	0,23	70,0	33,4	59,8	0,89	555	7886	5,3	805
71+700	54	0,27	70,0	39,8	70,0	0,92	480	6818	4,5	807
71+800	46	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	646	9169	6,1	807
71+900	54	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	655	9302	6,2	403
72+000	47	0,31	50,0	41,7	73,1	0,92	535	7593	5,1	803
72+100	39	0,20	50,0	21,8	50,0	0,83	1234	17519	11,7	396
72+200	55	0,32	70,0	39,4	82,8	0,92	546	7756	5,2	397
72+300	55	0,31	70,0	39,4	82,8	0,92	548	7776	5,2	795
72+400	43	0,28	70,0	47,0	97,1	0,94	595	8450	5,6	793
72+500	39	0,20	70,0	32,6	70,0	0,90	897	12738	8,5	791
72+600	43	0,20	50,0	19,1	44,9	0,80	1238	17573	11,7	792
72+700	59	0,28	70,0	29,8	64,7	0,89	646	9169	6,1	396
72+800	63	0,31	70,0	32,6	70,0	0,90	564	8004	5,3	398
72+900	78	0,55	70,0	56,4	114,8	0,96	279	3964	2,6	399
73+000	51	0,24	70,0	29,4	64,0	0,88	754	10712	7,1	397
73+100	71	0,39	50,0	25,6	57,0	0,86	610	8658	5,8	265
73+200	43	0,24	70,0	36,8	77,9	0,92	740	10514	7,0	398
73+300	63	0,27	50,0	18,1	43,2	0,78	888	12606	8,4	266
73+400	39	0,23	70,0	42,6	88,7	0,93	722	10246	6,8	800
73+500	78	0,35	70,0	28,5	62,3	0,88	505	7175	4,8	398
73+600	58	0,31	70,0	35,6	75,7	0,91	565	8026	5,4	806
73+700	63	0,27	70,0	27,5	60,4	0,87	649	9212	6,1	398
73+800	74	0,47	70,0	46,4	95,9	0,94	351	4981	3,3	798
73+900	28	0,12	70,0	26,8	59,2	0,87	1508	21416	14,3	793
74+000	27	0,20	25,0	17,8	42,7	0,78	2048	29079	19,4	398
74+100	39	0,23	50,0	29,1	63,4	0,88	1000	14203	9,5	401
74+200	63	0,39	25,0	12,5	33,7	0,67	1089	15461	10,3	132
74+300	35	0,19	25,0	8,5	28,5	0,49	2120	30105	20,1	201
74+400	39	0,20	70,0	32,6	70,0	0,90	902	12807	8,5	796
74+500	47	0,27	50,0	27,7	60,9	0,87	863	12261	8,2	799
74+600	55	0,31	70,0	39,4	82,8	0,92	551	7817	5,2	800
74+700	39	0,16	70,0	24,7	55,2	0,85	1139	16178	10,8	802
74+800	67	0,31	50,0	20,0	46,7	0,81	776	11019	7,3	265
74+900	47	0,27	25,0	10,3	30,4	0,58	1555	22082	14,7	159
75+000	98	0,47	70,0	30,9	66,8	0,89	379	5388	3,6	200
75+100	47	0,27	70,0	42,6	88,7	0,93	360	5112	3,4	399
75+200	39	0,20	70,0	43,6	90,6	0,94	306	4542	3,4	205
75+300	99	0,55	70,0	42,6	88,7	0,93	286	4057	3,4	264
75+400	47	0,27	70,0	42,6	88,7	0,93	360	5113	3,4	399



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40838

EDUARDO HERNANDEZ GUILI
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843



CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

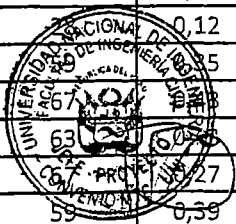
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
75+500	74	0,39	70,0	35,0	74,4	0,91	449	6371	4,2	399
75+600	51	0,27	50,0	24,4	54,7	0,85	881	12505	8,3	266
75+700	67	0,35	70,0	35,3	75,0	0,91	495	7025	4,7	396
75+800	82	0,47	50,0	26,8	59,1	0,87	505	7178	4,8	266
75+900	86	0,47	70,0	36,8	77,9	0,92	371	5267	3,5	399
76+000	78	0,35	70,0	28,5	62,3	0,88	505	7172	4,8	265
76+100	31	0,16	70,0	32,6	70,0	0,90	1141	16197	10,8	805
76+200	39	0,24	50,0	29,1	63,4	0,88	992	14081	9,4	398
76+300	31	0,15	50,0	21,8	50,0	0,83	1573	22334	14,9	404
76+400	35	0,19	70,0	37,8	79,7	0,92	895	12712	8,5	806
76+500	66	0,35	70,0	35,3	75,0	0,91	500	7105	4,7	401
76+600	97	0,54	50,0	25,9	57,6	0,86	440	6252	4,2	161
76+700	66	0,31	70,0	30,1	65,3	0,89	573	8131	5,4	804
76+800	39	0,16	50,0	15,9	39,5	0,75	1537	21824	14,5	398
76+900	35	0,16	50,0	18,5	43,9	0,79	1547	21970	14,6	264
77+000	27	0,16	50,0	26,8	59,1	0,87	1517	21539	14,4	797
77+100	39	0,27	25,0	16,8	41,0	0,76	1490	21158	14,1	266
77+200	31	0,16	50,0	21,8	50,0	0,83	1548	21975	14,6	397
77+300	35	0,24	25,0	14,8	37,5	0,73	1780	25278	16,9	265
77+400	43	0,20	70,0	28,8	62,9	0,88	906	12861	8,6	397
77+500	27	0,16	50,0	26,8	59,1	0,87	1515	21514	14,3	796
77+600	31	0,16	70,0	32,6	70,0	0,90	1128	16016	10,7	796
77+700	24	0,12	70,0	32,6	70,0	0,90	1503	21339	14,2	795
77+800	24	0,12	70,0	32,6	70,0	0,90	1506	21385	14,3	797
77+900	31	0,16	50,0	21,8	50,0	0,83	1551	22030	14,7	796
78+000	39	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1343	19065	12,7	199
78+100	55	0,19	50,0	19,0	37,2	0,78	844	11985	8,0	200
78+200	66	0,39	25,0	14,6	30,4	0,69	814	11564	7,7	115
78+300	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	894	12693	8,5	395
78+400	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1409	20013	13,3	394
78+500	55	0,35	25,0	17,3	34,5	0,75	890	12635	8,4	159
78+600	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1420	20160	13,4	397
78+700	24	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1980	28113	18,7	397
78+800	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1415	20093	13,4	396
78+900	59	0,35	25,0	15,1	31,2	0,71	894	12699	8,5	132
79+000	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1087	15430	10,3	397
79+100	40	0,28	25,0	20,7	39,8	0,80	1097	15574	10,4	262
79+200	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1475	20943	14,0	788
79+300	25	0,15	25,0	15,1	31,2	0,71	896	12728	8,5	133
79+400	25	0,15	25,0	17,5	34,8	0,75	726	10448	8,5	158
79+500	25	0,15	25,0	19,9	38,6	0,79	708	10048	8,5	158
79+600	27	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	629	8925	6,0	133
79+700	59	0,39	25,0	18,6	36,6	0,77	1090	11216	7,5	159



EDWIN APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 48858

F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
INGENIERO MONITOR
CIP 60643



000116

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

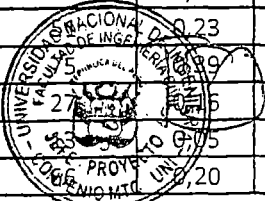
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
79+800	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	854	12124	8,1	263
79+900	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	898	12746	8,5	394
80+000	59	0,24	50,0	21,2	40,5	0,81	725	10290	6,9	264
80+100	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	544	7730	5,2	395
80+200	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	901	12790	8,5	265
80+300	99	0,36	50,0	19,2	37,4	0,78	464	6588	4,4	113
80+400	51	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	860	12213	8,1	265
80+500	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	900	12778	8,5	199
80+600	44	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	743	10553	7,0	262
80+700	59	0,39	70,0	59,9	102,3	0,96	305	4338	2,9	396
80+800	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	821	11665	7,8	396
80+900	91	0,59	70,0	57,7	98,8	0,96	207	2934	2,0	264
81+000	83	0,47	70,0	47,2	82,0	0,94	270	3836	2,6	396
81+100	83	0,47	70,0	47,2	82,0	0,94	270	3839	2,6	264
81+200	32	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1596	22658	15,1	263
81+300	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	546	7748	5,2	396
81+400	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	871	12371	8,2	397
81+500	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	758	10764	7,2	266
81+600	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	648	9205	6,1	266
81+700	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1470	20878	13,9	262
81+800	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1486	21107	14,1	265
81+900	39	0,23	25,0	15,1	31,2	0,71	1357	19266	12,8	201
82+000	59	0,35	25,0	15,1	31,2	0,71	901	12801	8,5	133
82+100	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	879	12488	8,3	198
82+200	63	0,35	25,0	13,4	28,7	0,66	892	12665	8,4	114
82+300	70	0,35	50,0	27,2	50,0	0,86	509	7229	4,8	134
82+400	63	0,35	25,0	13,4	28,7	0,66	891	12650	8,4	114
82+500	51	0,28	50,0	30,0	54,4	0,88	644	9150	6,1	265
82+600	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	900	12782	8,5	265
82+700	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1517	21542	14,4	400
82+800	40	0,28	25,0	20,7	39,8	0,80	1098	15593	10,4	263
82+900	40	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1335	18954	12,6	198
83+000	44	0,24	25,0	12,6	27,6	0,64	1315	18666	12,4	158
83+100	79	0,55	70,0	65,6	111,4	0,97	212	3005	2,0	397
83+200	40	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1335	18954	12,6	197
83+300	87	0,55	25,0	16,9	34,0	0,74	573	8131	5,4	99
83+400	44	0,24	25,0	12,6	27,6	0,64	1310	18601	12,4	157
83+500	59	0,27	70,0	36,7	65,1	0,91	473	6722	4,5	796
83+600	59	0,23	70,0	36,2	64,3	0,91	557	7902	5,3	401
83+700	59	0,23	70,0	42,4	74,2	0,93	331	7595	5,1	266
83+800	59	0,23	50,0	32,6	58,5	0,89	1127	15997	12,6	400
83+900	59	0,23	50,0	20,4	39,3	0,80	3466	49215	12,6	801
84+000	59	0,20	50,0	15,1	31,2	0,71	769	10920	7,3	160



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 20858

CIP 63843

000117

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
84+100	62	0,27	50,0	23,1	43,6	0,83	645	9155	6,1	267
84+200	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	832	11820	7,9	802
84+290	47	0,23	70,0	39,8	70,0	0,92	559	7935	5,3	805
84+400	31	0,19	50,0	37,4	66,2	0,91	892	12667	8,4	812
84+500	46	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	767	10894	7,3	404
84+600	85	0,46	50,0	30,5	55,3	0,88	381	5410	3,6	403
84+710	19	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1492	21186	14,1	804
84+800	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	912	12955	8,6	807
84+900	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2274	32284	21,5	799
85+000	35	0,19	70,0	45,5	79,1	0,93	669	9502	6,3	812
85+100	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1145	16260	10,8	402
85+200	59	0,27	70,0	36,7	65,1	0,91	474	6733	4,5	797
85+300	27	0,11	50,0	22,6	42,7	0,82	1539	21855	14,6	274
85+400	27	0,11	50,0	22,6	42,7	0,82	1527	21680	14,5	816
85+500	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1126	15989	10,7	399
85+600	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2278	32350	21,6	801
85+700	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2286	32466	21,6	803
85+800	23	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1539	21854	14,6	811
85+900	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1099	15611	10,4	401
86+000	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1129	16036	10,7	400
86+100	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1091	15499	10,3	791
86+200	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	751	10662	7,1	398
86+300	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	828	11753	7,8	399
86+400	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1097	15579	10,4	398
86+500	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	897	12735	8,5	264
86+600	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1499	21289	14,2	790
86+700	39	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	737	10465	7,0	795
86+800	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	900	12787	8,5	398
86+900	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	894	12701	8,5	395
87+000	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1118	15879	10,6	795
87+100	51	0,28	50,0	30,0	54,4	0,88	640	9082	6,1	263
87+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1130	16052	10,7	397
87+300	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1129	16034	10,7	401
87+400	70	0,39	50,0	31,3	56,5	0,88	452	6419	4,3	267
87+500	59	0,28	50,0	25,0	46,5	0,84	642	9122	6,1	159
87+600	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	909	12915	8,6	400
87+700	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	638	9061	6,0	398
87+800	47	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	551	7822	5,2	794
87+900	42	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	899	12772	8,5	199
88+000	35	0,16	50,0	35,1	62,4	0,90	733	10402	6,9	395
88+100	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1121	15915	10,6	397
88+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1131	16065	10,7	265
88+300	36	0,20	70,0	34,7	61,9	0,90	820	11638	7,8	395



EDWIN IV. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 10858

INGENIERO MONITOR



CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

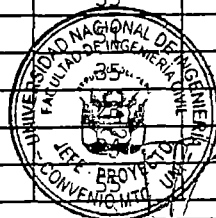
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
88+400	75	0,35	50,0	25,4	47,2	0,85	501	7112	4,7	198
88+500	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	898	12755	8,5	397
88+600	59	0,24	70,0	31,5	56,8	0,88	535	7595	5,1	396
88+700	47	0,27	70,0	48,6	84,2	0,94	463	6580	4,4	398
88+800	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	634	8996	6,0	396
88+900	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	646	9178	6,1	265
89+000	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	881	12510	8,3	265
89+100	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	881	12514	8,3	265
89+200	87	0,47	25,0	12,6	27,6	0,64	661	9379	6,3	79
89+300	55	0,31	70,0	47,2	82,0	0,94	408	5788	3,9	265
89+400	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	899	12761	8,5	199
89+500	54	0,31	50,0	32,6	58,5	0,89	566	8036	5,4	201
89+600	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1417	20121	13,4	396
89+700	59	0,36	50,0	35,1	62,4	0,90	488	6929	4,6	395
89+800	63	0,28	50,0	23,1	43,6	0,83	638	9063	6,0	397
89+900	48	0,16	50,0	17,9	35,5	0,76	1005	14272	9,5	394
90+000	67	0,32	50,0	25,2	46,9	0,84	563	7996	5,3	265
90+100	63	0,28	50,0	23,1	43,6	0,83	636	9033	6,0	158
90+200	67	0,40	25,0	14,6	30,4	0,69	798	11326	7,6	112
90+300	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	884	12552	8,4	399
90+400	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	750	10644	7,1	263
90+500	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	900	12778	8,5	395
90+600	24	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1986	28204	18,8	399
90+700	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1413	20065	13,4	791
90+800	31	0,23	25,0	24,5	45,6	0,84	1245	17682	11,8	403
90+900	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1104	15678	10,5	795
91+000	48	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	632	8971	6,0	395
91+100	79	0,35	50,0	23,9	44,8	0,83	498	7078	4,7	132
91+200	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	869	12341	8,2	396
91+300	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1122	15935	10,6	394
91+400	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	756	10734	7,2	398
91+500	32	0,16	25,0	10,7	25,0	0,57	1894	26896	17,9	198
91+600	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1117	15868	10,6	794
91+700	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1473	20923	13,9	794
91+800	27	0,16	70,0	47,2	82,0	0,94	815	11574	7,7	796
91+900	75	0,28	50,0	19,6	38,0	0,79	604	8584	5,7	199
92+000	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	881	12505	8,3	199
92+100	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	824	11700	7,8	794
92+200	35	0,19	50,0	20,4	39,3	0,80	870	12360	8,2	268
92+300	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	915	12793	8,7	270
92+400	35	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1518	21540	18,7	800
92+500	35	0,16	25,0	18,6	36,6	0,77	1973	28018	18,7	396
92+600	35	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	746	10595	7,1	399



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR 800
CIP 40658

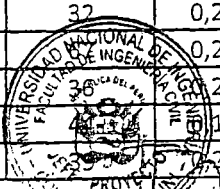
000119

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
92+700	55	0,23	50,0	22,6	42,7	0,82	748	10628	7,1	400
92+800	62	0,27	50,0	23,1	43,6	0,83	649	9220	6,1	202
92+900	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1130	16041	10,7	400
93+000	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	747	10606	7,1	395
93+100	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	879	12482	8,3	264
93+200	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	638	9058	6,0	398
93+305	62	0,23	50,0	19,9	38,6	0,79	716	10170	6,8	200
93+400	58	0,31	50,0	29,6	53,8	0,87	571	8115	5,4	268
93+500	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	913	12959	8,6	401
93+600	39	0,23	50,0	35,1	62,4	0,90	743	10556	7,0	802
93+700	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1370	19458	13,0	402
93+800	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1480	21016	14,0	791
93+900	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1353	19212	12,8	397
94+000	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	900	12786	8,5	396
94+300	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1490	21157	14,1	785
94+400	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1094	15541	10,4	788
94+500	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	898	12749	8,5	789
94+600	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1129	16027	10,7	793
94+700	24	0,12	25,0	10,7	25,0	0,57	2528	35900	23,9	264
94+800	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1124	15965	10,6	395
94+900	44	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1045	14838	9,9	263
95+000	36	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	892	12673	8,4	789
95+100	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1472	20906	13,9	393
95+200	48	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	874	12407	8,3	394
95+300	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2156	30622	20,4	787
95+400	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1113	15801	10,5	394
95+500	32	0,24	25,0	24,5	45,6	0,84	1217	17285	11,5	394
95+600	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1122	15937	10,6	394
95+700	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1476	20964	14,0	789
95+800	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	898	12748	8,5	394
95+900	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	815	11577	7,7	785
96+000	24	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1059	15033	10,0	795
96+100	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	901	12795	8,5	264
96+200	44	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1138	16153	10,8	197
96+300	48	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	546	7760	5,2	787
96+400	94	0,39	50,0	22,1	41,9	0,82	441	6255	4,2	397
96+500	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1499	21287	14,2	790
96+600	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	633	8988	6,0	791
96+700	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	870	12351	8,2	792
96+800	36	0,24	50,0	18,8	36,9	0,78	690	9807	5,5	395
96+900	36	0,20	50,0	31,5	56,5	0,88	890	12633	8,5	787
97+000	36	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1046	14849	9,9	263
97+100	33	0,23	25,0	15,1	31,2	0,71	1352	19197	12,8	200



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

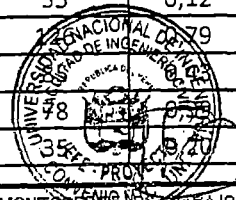
000120

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
97+200	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1094	15532	10,4	396
97+300	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	741	10519	7,0	198
97+400	55	0,31	50,0	32,6	58,5	0,89	558	7930	5,3	397
97+500	43	0,12	50,0	15,2	31,3	0,71	1217	17275	11,5	397
97+600	40	0,20	70,0	39,8	70,0	0,92	658	9347	6,2	263
97+700	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1118	15870	10,6	396
97+800	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	880	12489	8,3	198
97+900	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	883	12532	8,4	265
98+000	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1422	20193	13,5	398
98+100	59	0,20	50,0	17,9	35,5	0,76	816	11587	7,7	200
98+200	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1055	14984	10,0	265
98+300	94	0,51	50,0	30,2	54,8	0,88	348	4939	3,3	159
98+400	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	885	12565	8,4	266
98+500	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	649	9214	6,1	266
98+600	79	0,44	50,0	30,9	55,8	0,88	407	5775	3,8	198
98+700	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	902	12811	8,5	266
98+800	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	749	10634	7,1	264
98+900	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	646	9180	6,1	795
99+000	63	0,31	50,0	27,2	50,0	0,86	567	8053	5,4	199
99+100	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1123	15945	10,6	398
99+200	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1124	15960	10,6	399
99+300	47	0,28	25,0	14,3	30,1	0,69	1149	16320	10,9	159
99+400	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1505	21366	14,2	397
99+500	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	644	9140	6,1	264
99+600	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1128	16023	10,7	200
99+700	117	0,59	70,0	39,8	70,0	0,92	222	3147	2,1	200
99+800	47	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	639	9073	6,0	399
99+900	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	917	13015	8,7	403
100+000	51	0,23	50,0	24,7	45,9	0,84	760	10787	7,2	201
100+100	31	0,19	50,0	37,4	66,2	0,91	882	12528	8,4	402
100+200	79	0,55	70,0	65,6	111,4	0,97	212	3009	2,0	265
100+300	59	0,35	50,0	35,1	62,4	0,90	493	6997	4,7	266
100+400	35	0,19	50,0	31,3	56,5	0,88	913	12959	8,6	404
100+500	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2698	38315	25,5	399
100+600	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1125	15981	10,7	266
100+700	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	903	12819	8,5	399
100+800	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1512	21467	14,3	398
100+900	93	0,39	50,0	22,1	41,9	0,82	448	6365	4,2	270
101+005	35	0,12	50,0	17,9	35,5	0,76	1356	19262	12,8	398
101+100	79	0,55	70,0	53,9	92,6	0,95	159	2247	2,0	265
101+200	78	0,55	70,0	53,9	92,6	0,92	305	4324	4,3	161
101+300	78	0,55	50,0	27,4	50,0	0,86	457	6495	4,3	161
101+400	78	0,55	25,0	13,1	27,4	0,65	1601	22733	15,2	199



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR 402
 CIP 40836



MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES

Proviás Nacional

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

000121

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
101+500	51	0,23	50,0	24,7	45,9	0,84	756	10732	7,2	200
101+600	66	0,31	50,0	25,2	46,9	0,84	567	8053	5,4	200
101+700	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1134	16101	10,7	797
101+800	77	0,35	50,0	23,9	44,8	0,83	507	7202	4,8	115
101+900	130	0,71	50,0	30,5	55,3	0,88	249	3541	2,4	113
102+000	59	0,27	70,0	36,7	65,1	0,91	474	6728	4,5	265
102+100	98	0,70	70,0	69,3	117,5	0,97	162	2300	1,5	266
102+200	62	0,23	50,0	19,9	38,6	0,79	721	10240	6,8	161
102+300	58	0,31	50,0	29,6	53,8	0,87	569	8077	5,4	267
102+400	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1515	21506	14,3	405
102+500	46	0,15	50,0	17,9	35,5	0,76	1042	14795	9,9	408
102+600	50	0,27	50,0	30,0	54,4	0,88	654	9286	6,2	269
102+700	57	0,23	50,0	21,2	40,5	0,81	757	10745	7,2	207
102+800	54	0,23	50,0	22,6	42,7	0,82	762	10821	7,2	204
102+900	54	0,27	70,0	39,8	70,0	0,92	483	6860	4,6	406
103+000	74	0,35	50,0	25,4	47,2	0,85	508	7216	4,8	201
103+100	78	0,39	50,0	27,2	50,0	0,86	459	6514	4,3	269
103+210	47	0,20	70,0	32,7	58,7	0,89	655	9308	6,2	400
103+300	67	0,27	50,0	21,8	41,5	0,81	628	8923	5,9	265
103+400	55	0,27	50,0	27,2	50,0	0,86	649	9219	6,1	266
103+500	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	883	12536	8,4	398
103+600	59	0,31	50,0	29,6	53,8	0,87	566	8043	5,4	266
103+720	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1087	15432	10,3	264
103+800	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1092	15512	10,3	399
103+900	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1478	20983	14,0	263
104+000	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1121	15918	10,6	397
104+100	86	0,35	50,0	21,7	41,3	0,81	488	6936	4,6	133
104+200	36	0,24	50,0	41,7	73,1	0,92	703	9978	6,7	396
104+300	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1126	15983	10,7	399
104+400	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	898	12754	8,5	265
104+500	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	824	11706	7,8	397
104+600	51	0,23	50,0	24,7	45,9	0,84	756	10733	7,2	400
104+700	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	878	12465	8,3	264
104+800	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1132	16068	10,7	398
104+900	32	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	825	11708	7,8	792
105+000	35	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	832	11813	7,9	401
105+100	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1464	20782	13,9	789
105+200	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	883	12535	8,4	265
105+300	47	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	749	10640	7,1	397
105+400	39	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1118	15918	10,6	397
105+500	59	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	643	9128	6,1	266
105+600	59	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	646	9174	6,1	266
105+700	59	0,27	50,0	17,9	35,5	0,76	811	11521	7,7	265



F. ANTONIO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR
 CIP 10856

EDWIN W. APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 10856



000122

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
105+800	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	830	11791	7,9	798
105+900	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	899	12767	8,5	398
106+000	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1468	20842	13,9	791
106+100	51	0,27	50,0	30,0	54,4	0,88	649	9213	6,1	400
106+200	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	912	12946	8,6	400
106+300	39	0,20	70,0	39,8	70,0	0,92	664	9430	6,3	797
106+400	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	827	11736	7,8	794
106+500	23	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1111	15779	10,5	800
106+600	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	901	12791	8,5	398
106+700	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1414	20085	13,4	396
106+800	63	0,31	50,0	27,2	50,0	0,86	566	8037	5,4	398
106+900	43	0,20	50,0	24,2	45,2	0,84	896	12721	8,5	396
107+000	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	899	12761	8,5	265
107+100	87	0,43	50,0	27,2	50,0	0,86	410	5824	3,9	198
107+200	103	0,71	70,0	64,2	109,2	0,97	165	2350	1,6	264
107+300	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	902	12806	8,5	396
107+410	63	0,28	50,0	23,1	43,6	0,83	635	9011	6,0	197
107+500	63	0,24	50,0	19,9	38,6	0,79	713	10121	6,7	199
107+600	75	0,24	50,0	17,1	34,2	0,75	658	9350	6,2	132
107+700	59	0,24	50,0	21,2	40,5	0,81	728	10339	6,9	266
107+800	55	0,35	50,0	39,2	69,0	0,92	482	6841	4,6	200
107+900	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1050	14915	9,9	396
108+000	55	0,19	50,0	19,0	37,2	0,78	844	11981	8,0	267
108+100	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	753	10695	7,1	265
108+200	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1133	16089	10,7	398
108+300	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	906	12866	8,6	398
108+400	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1129	16037	10,7	397
108+500	157	0,67	70,0	33,4	59,7	0,89	192	2725	1,8	159
108+600	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	751	10660	7,1	396
108+700	51	0,24	70,0	36,2	64,3	0,91	551	7823	5,2	397
108+800	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	746	10597	7,1	263
108+900	39	0,19	50,0	27,2	50,0	0,86	913	12961	8,6	401
109+000	113	0,74	25,0	18,0	35,5	0,76	424	6025	4,0	80
109+100	63	0,28	50,0	23,1	43,6	0,83	638	9056	6,0	264
109+200	78	0,47	50,0	35,1	62,4	0,90	370	5250	3,5	159
109+300	43	0,16	70,0	29,0	52,8	0,87	789	11197	7,5	400
109+400	50	0,23	70,0	36,2	64,3	0,91	562	7982	5,3	405
109+510	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	750	10644	7,1	265
109+600	90	0,51	50,0	32,1	57,7	0,89	346	4916	3,3	266
109+700	85	0,48	50,0	27,2	50,0	0,86	647	9244	6,2	267
109+800	85	0,48	50,0	30,5	53,7	0,88	377	5360	3,3	160
109+900	35	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	651	9244	6,2	267
110+000	35	0,24	50,0	21,2	40,5	0,81	440	6243	4,2	160



EDWIN W. APOLINARIO MORAFES
 INGENIERO MONITOR
 F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN
 INGENIERO MONITOR

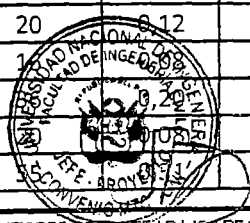
000123

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
110+100	51	0,19	50,0	20,4	39,3	0,80	868	12321	8,2	401
110+200	70	0,31	50,0	23,6	44,2	0,83	568	8069	5,4	201
110+300	47	0,23	50,0	27,2	50,0	0,86	763	10841	7,2	402
110+400	74	0,35	50,0	25,4	47,2	0,85	507	7200	4,8	268
110+500	55	0,23	70,0	33,4	59,8	0,89	553	7846	5,2	267
110+600	27	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1126	15987	10,7	800
110+700	55	0,23	50,0	22,6	42,7	0,82	749	10639	7,1	267
110+800	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	908	12894	8,6	399
110+900	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1511	21450	14,3	398
111+000	43	0,31	25,0	22,6	42,8	0,82	955	13556	9,0	268
111+100	35	0,24	25,0	18,6	36,6	0,77	1317	18707	12,5	264
111+200	87	0,36	50,0	21,7	41,3	0,81	482	6845	4,6	131
111+300	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2159	30653	20,4	788
111+400	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1051	14928	10,0	264
111+510	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1049	14892	9,9	396
111+600	75	0,27	50,0	19,6	38,0	0,79	606	8603	5,7	159
111+700	66	0,19	50,0	16,1	32,7	0,73	770	10937	7,3	201
111+800	82	0,31	50,0	20,2	39,0	0,79	537	7627	5,1	199
111+900	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	879	12477	8,3	264
112+000	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	897	12732	8,5	793
112+100	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1128	16018	10,7	793
112+200	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1485	21086	14,1	794
112+300	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1477	20978	14,0	790
112+400	39	0,24	25,0	15,1	31,2	0,71	1343	19072	12,7	199
112+500	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1498	21276	14,2	790
112+600	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2170	30811	20,5	792
112+700	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	902	12811	8,5	198
112+800	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1126	15986	10,7	791
112+900	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1477	20969	14,0	796
113+000	55	0,31	50,0	32,6	58,5	0,89	560	7948	5,3	398
113+100	31	0,24	25,0	24,5	45,6	0,84	1232	17491	11,7	399
113+200	59	0,40	25,0	18,6	36,6	0,77	786	11157	7,4	158
113+300	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1511	21452	14,3	796
113+400	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2251	31963	21,3	791
113+500	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1499	21290	14,2	401
113+600	27	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1491	21169	14,1	797
113+700	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1511	21452	14,3	796
113+800	63	0,28	50,0	23,1	43,6	0,83	635	9020	6,0	263
113+900	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1464	20790	13,9	789
114+000	1	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2253	31985	21,3	792
114+100	31	0,24	25,0	24,5	45,6	0,84	1232	17491	11,7	399
114+200	59	0,40	25,0	18,6	36,6	0,77	786	11157	7,4	158
114+300	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1511	21452	14,3	796



EDWIN APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40858

000124

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

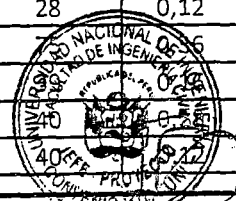
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
114+400	67	0,47	70,0	66,6	113,1	0,97	244	3468	2,3	790
114+500	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1118	15869	10,6	396
114+600	87	0,51	70,0	49,5	85,6	0,94	248	3524	2,3	397
114+700	90	0,47	70,0	41,9	73,4	0,93	275	3909	2,6	199
114+800	83	0,47	50,0	32,6	58,5	0,89	372	5280	3,5	264
114+900	99	0,63	70,0	56,0	95,9	0,96	195	2772	1,8	396
115+000	43	0,20	25,0	8,7	22,6	0,45	1364	19363	12,9	132
115+100	107	0,75	70,0	66,2	112,5	0,97	155	2197	1,5	395
115+200	87	0,59	70,0	62,4	106,3	0,97	201	2850	1,9	396
115+300	95	0,51	70,0	44,0	76,7	0,93	252	3582	2,4	198
115+400	59	0,32	50,0	29,6	53,8	0,87	561	7968	5,3	198
115+500	63	0,47	70,0	75,8	127,8	0,98	232	3296	2,2	398
115+600	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1476	20953	14,0	394
115+700	32	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	824	11706	7,8	396
115+800	71	0,32	70,0	34,7	61,9	0,90	410	5815	3,9	394
115+900	63	0,31	70,0	39,8	70,0	0,92	414	5883	3,9	398
116+000	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	754	10702	7,1	265
116+100	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1085	15400	10,3	264
116+200	125	0,59	70,0	36,9	65,4	0,91	222	3147	2,1	160
116+300	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	634	9002	6,0	264
116+400	94	0,59	70,0	53,9	92,6	0,95	211	3002	2,0	265
116+500	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	636	9030	6,0	265
116+600	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1127	16010	10,7	396
116+700	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1506	21383	14,3	397
116+800	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	902	12804	8,5	396
116+900	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1090	15477	10,3	265
117+000	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1113	15806	10,5	396
117+100	24	0,16	50,0	41,7	73,1	0,92	1052	14939	10,0	790
117+200	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1124	15954	10,6	395
117+300	43	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1145	16255	10,8	199
117+400	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1471	20890	13,9	793
117+500	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1096	15568	10,4	397
117+600	87	0,31	50,0	19,4	37,7	0,78	526	7470	5,0	132
117+700	70	0,23	50,0	17,9	35,5	0,76	680	9657	6,4	160
117+800	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1418	20139	13,4	397
117+900	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	902	12812	8,5	396
118+000	47	0,20	50,0	22,1	41,9	0,82	881	12509	8,3	265
118+100	47	0,24	50,0	27,2	50,0	0,86	754	10710	7,1	265
118+200	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1484	21070	14,0	396
118+300	26	0,16	50,0	25,4	47,2	0,85	499	6888	6,8	198
118+400	20	0,12	50,0	21,2	40,5	0,81	1084	15396	10,3	264
118+500	20	0,12	25,0	20,7	40,5	0,79	1096	15569	10,4	262
118+600	20	0,12	50,0	16,4	31,7	0,73	1277	18130	12,1	395



EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40858

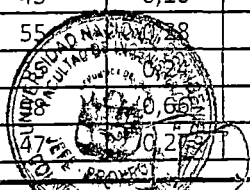
000125

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13
 TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal
 TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT
 REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO
 LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
118+700	40	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	731	10378	6,9	394
118+800	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	634	9002	6,0	396
118+900	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	900	12783	8,5	395
119+010	28	0,16	50,0	32,6	58,5	0,89	1106	15712	10,5	786
119+100	55	0,24	50,0	22,6	42,7	0,82	740	10512	7,0	198
119+200	79	0,36	50,0	23,9	44,8	0,83	496	7039	4,7	197
119+300	36	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1118	15871	10,6	396
119+400	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1090	15480	10,3	790
119+500	40	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	898	12758	8,5	395
119+600	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1476	20956	14,0	394
119+700	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1479	20999	14,0	395
119+800	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	902	12808	8,5	792
119+900	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1503	21338	14,2	792
120+005	83	0,36	50,0	22,6	42,7	0,82	493	7004	4,7	395
120+100	44	0,20	70,0	35,6	63,3	0,90	657	9331	6,2	790
120+200	67	0,28	50,0	21,8	41,5	0,81	622	8835	5,9	263
120+300	52	0,20	50,0	20,4	39,3	0,80	852	12093	8,1	262
120+400	28	0,16	70,0	47,2	82,0	0,94	807	11461	7,6	788
120+500	36	0,24	50,0	41,7	73,1	0,92	702	9966	6,6	790
120+600	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	747	10602	7,1	395
120+700	52	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	744	10565	7,0	394
120+800	44	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	745	10576	7,1	394
120+900	40	0,24	50,0	35,1	62,4	0,90	734	10416	6,9	791
121+000	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1496	21244	14,2	394
121+100	13	0,05	50,0	20,4	39,3	0,80	3401	48291	32,2	786
121+200	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2154	30582	20,4	786
121+310	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2241	31821	21,2	788
121+400	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1087	15429	10,3	788
121+500	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2657	37729	25,2	393
121+600	36	0,24	50,0	41,7	73,1	0,92	701	9948	6,6	789
121+710	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1493	21205	14,1	787
121+800	44	0,28	50,0	38,5	67,9	0,91	613	8704	5,8	787
121+900	32	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	821	11658	7,8	789
122+000	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1120	15907	10,6	394
122+100	24	0,12	50,0	27,2	50,0	0,86	1495	21235	14,2	788
122+200	67	0,39	70,0	49,2	85,1	0,94	322	4572	3,0	396
122+300	55	0,32	70,0	47,2	82,0	0,94	404	5740	3,8	395
122+400	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1414	20077	13,4	396
122+500	43	0,16	50,0	19,4	37,7	0,78	1047	14872	9,9	263
122+600	55	0,28	50,0	27,2	50,0	0,86	643	9132	6,1	198
122+700	18,6	0,66	25,0	18,6	37,7	0,77	1319	18782	18,6	265
122+800	19,4	0,66	25,0	19,4	37,7	0,78	465	6600	CIP 40848	100
122+900	33,6	0,27	50,0	33,6	60,1	0,90	638	9060	6,0	266



F. ARTURO HERNANDEZ G...
 INGENIERO MONITOR
 CIP 63843

EDWIN APOLINARIO MORALES
 INGENIERO MONITOR
 CIP 40848



CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FIC

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

000126

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
123+000	47	0,31	25,0	18,6	36,6	0,77	997	14157	9,4	200
123+100	98	0,51	70,0	41,7	73,1	0,92	256	3634	2,4	400
123+200	59	0,27	50,0	25,0	46,5	0,84	645	9159	6,1	199
123+300	35	0,19	25,0	13,1	28,3	0,65	1614	22919	15,3	201
123+400	63	0,39	25,0	16,3	33,1	0,73	804	11413	7,6	132
123+500	59	0,24	50,0	21,2	40,5	0,81	727	10324	6,9	199
123+600	51	0,31	25,0	15,9	32,3	0,72	1011	14354	9,6	160
123+700	67	0,35	50,0	29,3	53,3	0,87	502	7124	4,7	265
123+800	51	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	750	10650	7,1	199
123+900	75	0,28	50,0	19,6	38,0	0,79	603	8569	5,7	159
124+000	75	0,51	25,0	19,7	38,2	0,79	603	8568	5,7	133
124+100	43	0,28	25,0	16,9	34,0	0,74	1146	16269	10,8	199
124+200	43	0,19	50,0	24,2	45,2	0,84	908	12891	8,6	267
124+300	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1090	15481	10,3	265
124+400	31	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1420	20159	13,4	397
124+500	39	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1089	15461	10,3	265
124+600	54	0,35	25,0	17,3	34,5	0,75	899	12763	8,5	161
124+700	55	0,24	70,0	33,4	59,8	0,89	547	7767	5,2	264
124+800	51	0,31	50,0	36,5	64,7	0,91	550	7808	5,2	398
124+900	82	0,51	70,0	53,1	91,3	0,95	245	3478	2,3	265
125+000	82	0,39	70,0	37,6	66,4	0,91	334	4744	3,2	267
125+100	51	0,27	70,0	43,6	76,2	0,93	474	6729	4,5	801
125+200	67	0,28	70,0	32,4	58,1	0,89	460	6537	4,4	263
125+300	47	0,28	50,0	33,6	60,1	0,90	633	8982	6,0	263
125+400	55	0,35	70,0	56,4	96,6	0,96	350	4969	3,3	800
125+500	67	0,35	50,0	29,3	53,3	0,87	503	7136	4,8	265
125+600	47	0,24	70,0	39,8	70,0	0,92	550	7812	5,2	793
125+700	74	0,27	50,0	19,6	38,0	0,79	607	8621	5,7	133
125+800	67	0,28	70,0	32,4	58,1	0,89	462	6562	4,4	198
125+900	58	0,27	70,0	36,7	65,1	0,91	479	6800	4,5	402
126+000	70	0,35	70,0	39,8	70,0	0,92	372	5276	3,5	268
126+100	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	827	11739	7,8	794
126+200	31	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	827	11742	7,8	794
126+300	43	0,24	50,0	30,5	55,3	0,88	749	10637	7,1	397
126+400	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	870	12352	8,2	792
126+500	47	0,20	70,0	32,7	58,7	0,89	650	9230	6,2	397
126+600	32	0,20	25,0	16,3	33,1	0,73	1598	22698	15,1	263
126+700	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1465	20797	13,9	790
126+800	63	0,24	50,0	19,9	38,6	0,79	708	10052	6,7	198
126+900	200	0,42	50,0	35,1	62,4	0,90	1469	20864	13,9	792
127+000	200	0,42	50,0	22,6	42,7	0,82	1479	21066	13,9	792
127+100	200	0,42	50,0	27,2	50,0	0,86	1125	15977	10,0	792
127+200	200	0,42	70,0	39,8	70,0	0,92	821	11660	7,8	789



F. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN



000127

CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÁSTICOS (MODELO DE HOGG)

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

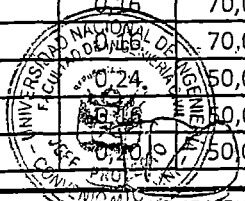
TIPO DE SUP: Monocapa y Slurry Seal

REVISADO POR : ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 54+200 - Km 227+000

LADO: DERECHO

Progresiva	Dmáx (10 ⁻² mm)	DR (cm)	R (cm)	Lo (cm)	R5 (cm)	So/S	Mr - Hogg		CBR (%)	Radio Curvatura
							kg/cm2	psi		
127+300	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1125	15979	10,7	791
127+400	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1087	15431	10,3	788
127+500	36	0,20	70,0	45,5	79,1	0,93	651	9250	6,2	791
127+600	40	0,20	70,0	39,8	70,0	0,92	659	9351	6,2	791
127+700	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	905	12856	8,6	398
127+800	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1461	20740	13,8	787
127+900	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1087	15440	10,3	788
128+000	20	0,08	50,0	21,2	40,5	0,81	2156	30617	20,4	787
128+100	24	0,12	70,0	39,8	70,0	0,92	1094	15535	10,4	788
128+200	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1485	21086	14,1	397
128+300	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1086	15427	10,3	394
128+400	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1090	15484	10,3	395
128+500	20	0,12	25,0	15,1	31,2	0,71	2665	37848	25,2	394
128+600	32	0,16	70,0	39,8	70,0	0,92	820	11645	7,8	788
128+700	32	0,20	50,0	37,4	66,2	0,91	867	12310	8,2	395
128+800	32	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1125	15972	10,6	791
128+900	40	0,20	70,0	39,8	70,0	0,92	657	9328	6,2	789
129+000	44	0,20	70,0	35,6	63,3	0,90	657	9325	6,2	197
129+100	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1088	15452	10,3	789
129+200	51	0,28	50,0	30,0	54,4	0,88	640	9091	6,1	395
129+300	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1471	20889	13,9	393
129+400	40	0,16	50,0	21,2	40,5	0,81	1077	15298	10,2	262
129+500	20	0,12	50,0	35,1	62,4	0,90	1458	20705	13,8	786
129+600	35	0,20	50,0	31,3	56,5	0,88	905	12851	8,6	400
129+700	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1414	20082	13,4	791
129+800	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1088	15451	10,3	789
129+900	40	0,20	25,0	10,7	25,0	0,57	1508	21414	14,3	158
130+100	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1122	15925	10,6	397
130+200	39	0,20	50,0	27,2	50,0	0,86	909	12902	8,6	399
130+300	31	0,16	50,0	27,2	50,0	0,86	1133	16092	10,7	797
130+400	35	0,16	50,0	23,6	44,2	0,83	1122	15926	10,6	397
130+500	75	0,55	25,0	23,4	44,0	0,83	532	7550	5,0	158
130+600	32	0,12	50,0	19,9	38,6	0,79	1416	20106	13,4	396
130+700	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1481	21030	14,0	264
130+800	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	820	11638	7,8	395
130+900	28	0,12	50,0	22,6	42,7	0,82	1475	20939	14,0	394
131+000	28	0,12	70,0	33,4	59,8	0,89	1085	15407	10,3	393
131+100	16	0,08	50,0	27,2	50,0	0,86	2243	31854	21,2	788
131+200	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	821	11659	7,8	395
131+300	36	0,16	70,0	34,7	61,9	0,90	816	11587	7,8	395
131+400	52	0,24	50,0	24,7	45,9	0,84	743	10556	10,5	787
131+500	28	0,12	50,0	32,6	58,5	0,89	1107	15721	10,5	787
131+600	43	0,21	50,0	24,2	45,9	0,84	895	12710	8,5	264



E. ARTURO HERNANDEZ GUILLEN

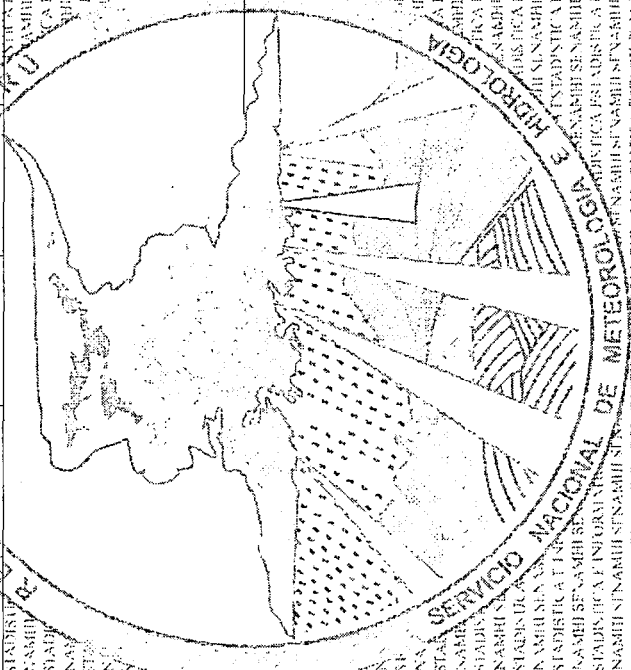
EDWIN W. APOLINARIO MORALES
INGENIERO MONITOR
CIP 40838

ANEXO 8.0: REPORTE DE ENSAYOS DE CALIDAD Y DATOS SENAMHI



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

Table with columns for months (JAN to DIC) and rows for various statistical indicators such as Precipitación Total Mensual, Estaciones, and Precipitación Total Mensual.



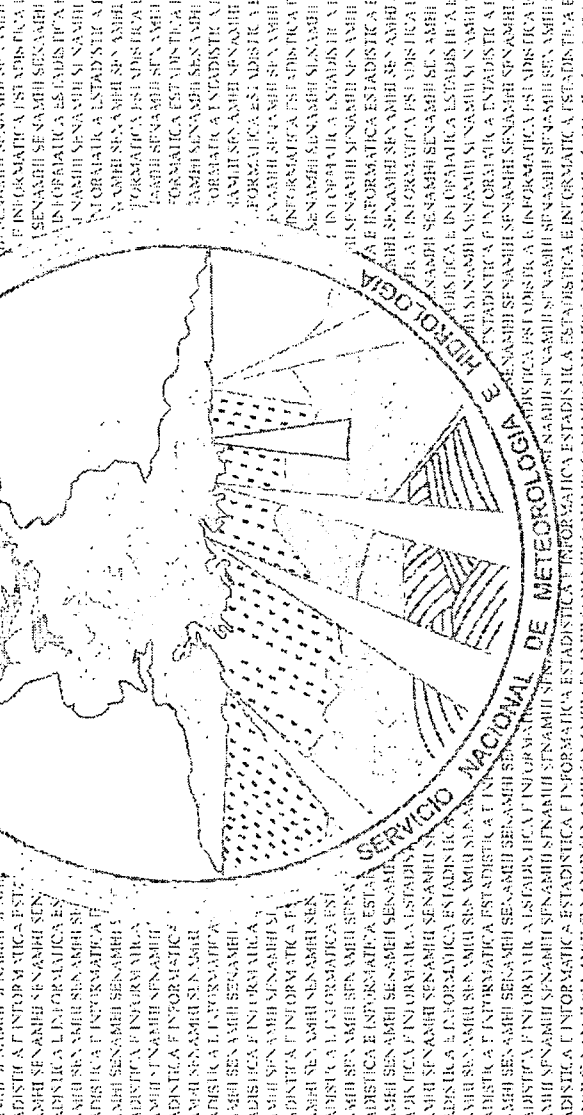
PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA... ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA... ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA...

Table with columns for months (JAN to JUL) and precipitation data (0.0, 0.0, 0.0).



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA... ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA...

ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA... ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA... ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA...

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	: DE MONOCAPA (PRODUCCION)	REALIZADO	E.M.H
CANTERA	: KM: 95+000 L. DER	FECHA	06/01/2009
		Nº REGISTRO	G-001

DATOS DE LA MUESTRA

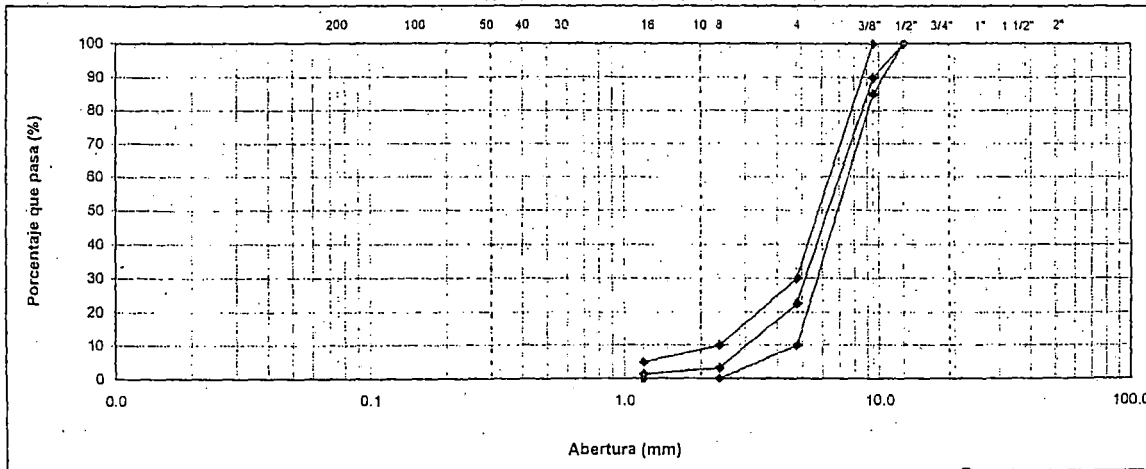
MUESTRA	M-01	TAMAÑO MAXIMO	1/2"
		Peso inicial seco	3200 g
		Peso lavado seco	g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500				100.0	100	
3/8"	9.500	325.0	10.2	10.2	89.8	85 100	
Nº 4	4.750	2150.0	67.2	77.3	22.7	10 30	
Nº 8	2.360	621.0	19.4	96.8	3.3	0 10	
Nº 16	1.190	59.0	1.8	98.6	1.4	0 5	
< Nº 16	FONDO	45.0	1.4	100.0			

PESO INICIAL 3200.0 gr.

observaciones.

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

JAVIER FLORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
COMUNICACIONES
PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
(NORMA AASHTO T-96)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	N° REGISTRO :	A-001
TRAMO :	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
MATERIAL :	DE MONOCAPA	REVISADO :	E.M.H
UBICACIÓN :	KM: 95+000 L. DER	FECHA :	06/01/2009

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :		PROGRESIVA :	KM: 95+000
MUESTRA :	M-01		
PROF. (m) :			

TAMIZ	GRADUACIONES			
	C	C	C	
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"	2500	2500	2500	
N° 4	2500	2500	2500	
PESO TOTAL	5000	5000	5000	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1450	1420	1485	
PESO OBTENIDO	3550	3580	3515	
N° DE ESFERAS	8	8	8	
PESO DE LAS ESFERAS	5002	5002	5002	
PORCENTAJE OBTENIDO	29.0	28.4	29.7	29.00

OBSERVACIONES :

ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO CENTRAL DE LIMA (ICGSA)

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER EL DORRIETA CARBAJAL
ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

RUBEN MANICO HUAMAN
ING. PRESIDENTE

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO - BITUMEN
 (AASHTO - T 182-84)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	CERTIFICADO	A-001
	:	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	:	DE MONOCAPA	REVISADO	E.M.H
UBICACIÓN	:	KM: 95+000 L. DER	FECHA	06/01/2009

MUESTRA	:	1	2	3	
PEN	:				
RADICOTE	:				
TIPO DE ASFALTO (GRADO DE PENETRACION)		RC - 250	RC - 250	RC - 250	
RECUBRIMIENTO (%)		100%	100%	100%	
PORCENTAJE ESPECIFICADO (%)		Min. 95 %	Min. 95 %	Min. 95 %	
PORCENTAJE DE RECUBRIMIENTO ESTIMADO (%)		+ 95	+ 95	+ 95	
OBSERVACIONES:					
Ensayo realizado en Laboratorio de Obra					

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

JAVIER ALFONSO CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TÉCNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 || CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
 (NORMA ASTM D-4791)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CERTIFICADO	C-001
MATERIAL:	MONOCAPA	REALIZADO	G.H.M
CANTERA:	KM. 95+000 L. DER	REVISADO	E.M.H
		FECHA	10/01/2009

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA		PROGRESIVA											
MUESTRA													
PROF. (m)													
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			NI CHATA, NI ALARGADA		
TAMIZ	apertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)												
3"	76.200												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400												
3/4"	19.050												
1/2"	12.700			100.0									
3/8"	8.750	500.0	100.0	0.0	13.0	2.6		11.0	2.2		476.0	95.2	
			TOTAL		13.0	2.6		11.0	2.2		476.0	95.2	

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	500.0	500.0
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	4.8	

OBSERVACIONES:

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

RUBEN MANCOSA HUAMAN
 ING. RESISTENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

JAVIER ELORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

EDGAR MORALES MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

000341

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



CGC
CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS



MTC
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROVIAS NACIONAL

DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS
(NORMA ASTM D-5821)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	FORMATO	C-001
MATERIAL:	DE MONOCAPA	REALIZADO	G.H.M
UBICACION :	KM: 95+000 L. DER	REVISADO	E.M.H
		FECHA	10/01/2009

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	M-01
MUESTRA	
PROF. (m)	

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	C*D
1-1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"	310.0	305.5	98.5	100.0	9855
TOTAL		310	305.5			
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \%$						%
						99

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	C*D
1-1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"	300.0	294.5	98.2	100.0	9817
TOTAL		300	4939.5			
POCENTAJE CON MAS DE DOS CARA FRACTURADAS = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \%$						%
						98

OBSERVACIONES :

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

 ING. ELORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

 RUBEN MANCOSA HUAMAN
 ING. RESIDENTE

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
 (NORMA MTC 219 - 1999)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA	FORMATO	S-001
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	: DE MONOCAPA	REVISADO	E.M.H
CANTERA	: KM: 95+000 L. DER	FECHA	06/01/2009

AGREGADO GRUESO

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio %
	1	2			
MUESTRA					
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	48.75	48.20			
(2) Peso Tarro + agua + sal	160.20	155.20			
(3) Peso Tarro Seco + sal	48.77	48.22			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	111.5	107.0			
(6) Porcentaje de Sal	0.018	0.019			0.018

AGREGADO FINO

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio
	3	4			
MUESTRA					
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	48.10	48.50			
(2) Peso Tarro + agua + sal	135.20	141.20			
(3) Peso Tarro Seco + sal	48.12	48.52			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	87.1	92.7			
(6) Porcentaje de Sal	0.023	0.022			0.022

Observaciones :

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

.....
 JAVIER EL ORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

.....
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

.....
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

.....
 RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTCA MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

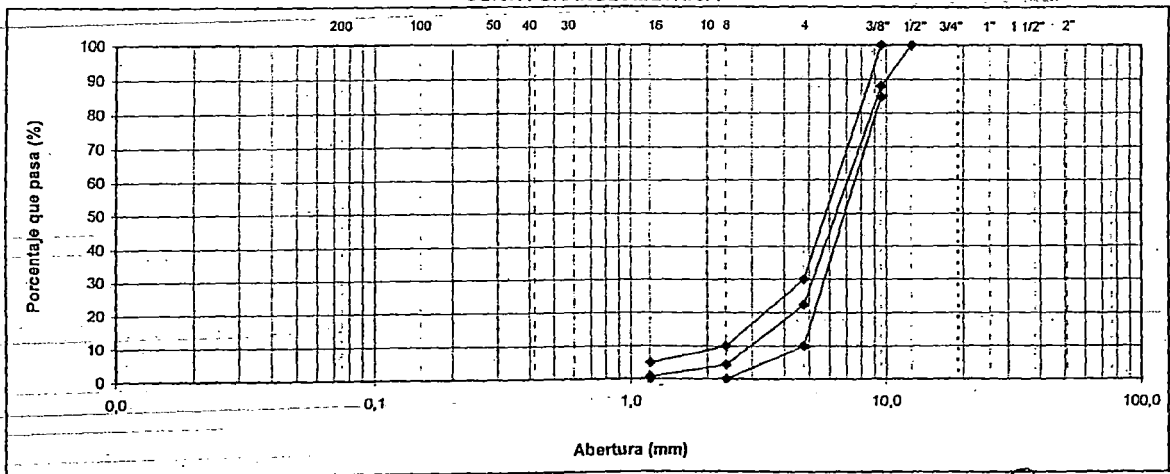
OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	: DE MONOCAPA	REALISADO	E.M.H
CANTERA	: KM: 95+000 L. DER	FECHA	05/02/2009
		Nº REGISTRO	G-001

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	M-01	TAMAÑO MAXIMO	: 1/2"
		Peso inicial seco	: 2500 g
		Peso lavado seco	: g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,000						
1/2"	12,500				100,0	100	
3/8"	9,500	300,0	12,0	12,0	88,0	85 100	
Nº 4	4,750	1642,0	65,7	77,7	22,3	10 30	
Nº 8	2,360	450,0	18,0	95,7	4,3	0 10	
Nº 16	1,190	90,0	3,6	99,3	0,7	0 5	
< Nº 16	FONDO	18,0	0,7	100,0			
							PESO INICIAL 2500,0 gr.
							observaciones.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: Ensayo realizado en conjunto con la supervision

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 ING. LUIS HORACIO POZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 JAVIER ELORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 RUBEN MANCINI HUAMAN
 ING. REGISTANTE

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE DURABILIDAD
 (NORMA AASHTO T-104)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	N° REGISTRO :	D-001
MUESTRA :	DE MONOCAPA	REALIZADO :	G.H.M
CANTERA :	95+000 L. DER	REVISADO :	E.M.H
		FECHA :	05/02/2009

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA:		PROGRESIVA :	KM 95+000
MUESTRA:	M-01		
PROF. (m):			

AGREGADO DE MONOCAPA

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
3/8"	N° 04	100	1	100,0	98,9	1,1	1,10	78,5	0,86
N° 04	N° 08	100	2	100,0	92,5	7,5	7,50	21,5	1,61
TOTALES				200,0	191,4			100,0	2,5%

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA PESO	PERDIDA %	ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
TOTALES								

OBSERVACIONES : Ensayo Realizado Con Sulfato de Sodio

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

JAVIER EL CARRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

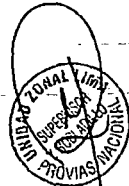
EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

RUBEN MARCO HUAMAN
 ING. RESISTEN FE



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

CGC
CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC  **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**
PROVIAS NACIONAL

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
(NORMA MTC 219 - 1999)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA	FORMATO	S-001
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	: DE MONOCAPA	REVISADO	E.M.H
CANTERA	: KM: 95+000 L. DER	FECHA	05/02/2009

AGREGADO GRUESO

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio %
	1	2			
MUESTRA					
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	47,85	48,05			
(2) Peso Tarro + agua + sal	161,20	154,20			
(3) Peso Tarro Seco + sal	47,87	48,07			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0,02	0,02			
(5) Peso de Agua (2-3)	113,4	106,2			
(6) Porcentaje de Sal	0,018	0,019			0,018

AGREGADO FINO

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio
	3	4			
MUESTRA					
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	48,53	48,25			
(2) Peso Tarro + agua + sal	133,30	140,20			
(3) Peso Tarro Seco + sal	48,55	48,27			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0,02	0,02			
(5) Peso de Agua (2-3)	84,8	92,0			
(6) Porcentaje de Sal	0,024	0,022			0,023

Observaciones :
 Ensayo realizado en conjunto con la supervision

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. COMS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER BARRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. COMS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. COMS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
 (NORMA AASHTO T-96)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CONSERVACION VIAL DEL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	Nº REGISTRO :	A-001
TRAMO :	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
MATERIAL :	DE MONOCAPA	REVISADO :	E.M.H
UBICACIÓN :	KM: 95+000 L. DER	FECHA :	03/02/2009
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :		PROGRESIVA :	KM: 95+000
MUESTRA :	M-01		
PROF. (m) :			

TAMIZ	GRADUACIONES			
	C	C	C	
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"	2500	2500	2500	
Nº 4	2500	2500	2500	
PESO TOTAL	5000	5000	5000	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1510	1620	1525	
PESO OBTENIDO	3490	3380	3475	
Nº DE ESFERAS	8	8	8	
PESO DE LAS ESFERAS	5002	5002	5002	
PORCENTAJE OBTENIDO	30,2	32,4	30,5	31,0

OBSERVACIONES :

ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO CENTRAL DE LIMA (ICCGSA)

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER ELORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

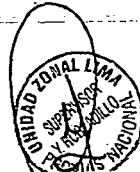
EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. ASISTENTE



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO - BITUMEN
 (AASHTO - T 182-84)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	CERTIFICADO	A-001
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	: DE MONOCAPA	REVISADO	E.M.H
UBICACIÓN	: KM: 95+000 L. DER	FECHA	06/02/2009

MUESTRA	1	2	3
PEN			
RADICOTE			
TIPO DE ASFALTO (GRADO DE PENETRACION)	RC - 250	RC - 250	RC - 250
RECUBRIMIENTO (%)	100%	100%	100%
PORCENTAJE ESPECIFICADO (%)	Min. 95 %	Min. 95 %	Min. 95 %
PORCENTAJE DE RECUBRIMIENTO ESTIMADO (%)	+ 95	+ 95	+ 95

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en Laboratorio de Obra en conjunto con la supervision

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER EL ORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

RUBEN MARCO HUAMAN
 ING. PRESIDENTE



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL



DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
 (NORMA ASTM D-4791)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CERTIFICADO	C-001
MATERIAL:	MONOCAPA	REALIZADO	G.H.M
CANTERA:	KM. 95+000 L. DER	REVISADO	E.M.H
		FECHA	05/02/2009

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	PROGRESIVA
MUESTRA	
PROF. (m)	

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			NI CHATA, NI ALARGADA		
TAMIZ	apertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)												
3"	76,200												
2"	50,800												
1 1/2"	38,100												
1"	25,400												
3/4"	19,050												
1/2"	12,700			100,0									
3/8"	8,750	350,0	100,0	0,0	7,0	2,0		10,0	2,9		333,0	95,1	
				TOTAL	7,0	2,0		10,0	2,9		333,0	95,1	

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	350,0	350,0
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	4,9	

OBSERVACIONES: Ensayo realizado en conjunto con la supervision



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

000309

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS
 (NORMA ASTM D-5821)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	FORMATO	C-001
MATERIAL:	DE MONOCAPA	REALIZADO	G.H.M
UBICACION :	KM: 95+000 L. DER	REVISADO	E.M.H
		FECHA	05/02/2009

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA MUESTRA PROF. (m)	M-01

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	C*D
1-1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"	300,0	295,5	98,5	100,0	9850
TOTAL		300	295,5			
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = TOTAL E = %				9850		%
TOTAL D				100,0		99

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)		C*D
1-1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"	305,5	298,6	97,7	100,0	9774
TOTAL		305,5	4943,6			
POCENTAJE CON MAS DE DOS CARA FRACTURADAS = TOTAL E = %				9774		%
TOTAL D				100,0		98

OBSERVACIONES :
 Ensayo realizado en conjunto con la supervision

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS
 JAVIER ELORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-162

SOLICITANTE: OFICINA DE INFRAESTRUCTURA FIC - UNI
 PROYECTO: CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - CHUPACA
 UBICACIÓN: LIMA - JUNIN
 FECHA: 31 DE MARZO DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

DETRMINACION DEL PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS NORMA MTC E210

TRAMO : KM 84+800 - 84+000
 AGREGADO PARA MONOCAPA
 CANTERA CHICHICAY

TOTAL AGREGADO CON UNA CARA FRACTURADA (%): 90.7

Tamiz		Peso requerido (gr)	Peso muestra (gr)	Peso material con caras fracturadas (gr)	Material con Caras Fracturadas (%)	Granulometria, (%) retenido	Promedio caras fracturadas (%)
Pasa	Retiene						
1 1/2"	1"	2000					
1"	3/4"	1500					
3/4"	1/2"	1200					
1/2"	3/8"	400	328.2	65.6	20.0	100	20.0
TOTALES						100	20.0
Porcentaje con una Cara Fracturada(%):				20.0			

TOTAL AGREGADO CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS (%): 70.7

Tamiz		Peso requerido (gr)	Peso muestra (gr)	Peso material con caras fracturadas (gr)	Material con Caras Fracturadas (%)	Granulometria, (%) retenido	Promedio caras fracturadas (%)
Pasa	Retiene						
1 1/2"	1"	2000					
1"	3/4"	1500					
3/4"	1/2"	1200					
1/2"	3/8"	300	328.2	232.0	70.7	100.0	70.7
TOTALES						100.0	70.7
Porcentaje con dos ó mas Caras Fracturadas(%):				70.7			

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. Jorge Chavez
 Revisión : Ing. L. Gonzales



Jose Wilfredo Gutierrez Lasares

JOSE WILFREDO GUTIERREZ LASARES
 ING. JEFE DEL LABORATORIO

Lab. de Mecánica de Suelos UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-162

SOLICITANTE : OFICINA DE INFRAESTRUCTURA FIC - UNI
 PROYECTO : CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - CHUPACA
 UBICACIÓN : LIMA - JUNIN
 FECHA : 31 DE MARZO DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS

NORMA MTC - E221

TRAMO : KM 84+800 - 84+000

AGREGADOS PARA MONOCAPA
 CANTERA CHICHICAY

INDICE DE APLANAMIENTO (%) : 12

Tamiz		Total Partículas		Partículas Planas		Índice Aplanamiento Fracción (%)	Granulometría (%) retenido	Índice Aplanamiento corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"							
1/2"	3/8"	342.5	200	110.0	44	32	11.0	4
3/8"	1/4"	177.2	200	15.2	18	9	89.0	8
TOTALES							100.0	12

INDICE DE ALARGAMIENTO (%) : 15

Tamiz		Total Partículas		Partículas Alargadas		Índice Alargamiento Fracción (%)	Gradación original (%)	Índice Alargamiento corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"							
1/2"	3/8"	342.9	200	32.2	15	9	11.0	1
3/8"	1/4"	177.2	200	27.8	28	16	89.0	14
TOTALES							100.0	15

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. J. Pool Huarbo



[Firma]
 JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
 ING. JEFE DEL LABORATORIO
 Lab. de Mecánica de Suelos UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-162

SOLICITANTE : OFICINA DE INFRAESTRUCTURA FIC - UNI
PROYECTO : CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - CHUPACA
UBICACIÓN : LIMA - JUNIN
FECHA : 31 DE MARZO DEL 2009

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

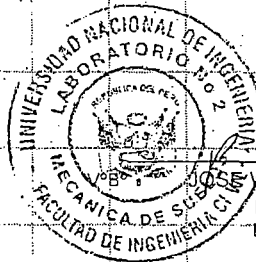
ENSAYO DE ABRASION MAQUINA DE LOS ANGELES ASTM C- 131

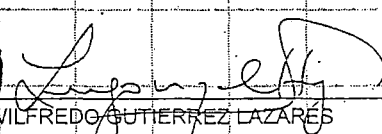
TRAMO : 84+800 - 84+000
AGREGADOS PARA MONOCAPA
CANTERA CHICHICAY

Gradación : METODO "B"
Revoluciones : 500
Desgaste : 21.6%

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución : Téc. Victor Canales L.
Revisión : Ing. Luis Gonzales H.




JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. de Mecánica de Suelos UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09 - 162

SOLICITANTE : OFICINA DE INFRAESTRUCTURA FIC - UNI
PROYECTO : CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - CHUPACA
UBICACIÓN : LIMA - JUNIN
FECHA : 30 DE MARZO DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TRAMO : KM 84+800 - 84+000
AGREGADO PARA MONOCAPA
CANTERA CHICHICAY

I. ENSAYO DE ADHERENCIA - MTC E519

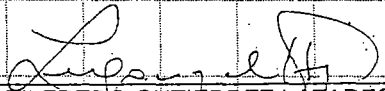
Agregado : Grueso
Asfalto : BITUMEN (RC - 250)
Recubrimiento inicial (%) : 100
Recubrimiento final (%) : +95 (retenido)

Nota. La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. P. Huambo

Revisión : Ing. L. Gorzales H.




JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. de Mecánica de Suelos UNI

INFORME DE ENSAYO (ASFALTO LIQUIDO RC 250)

Nº GOPC-LAB-0075-2009

FECHA DE RECEPCION: 15/01/2009	FECHA DE REPORTE: 16/01/2009	EMBARQUE N°
HORA DE RECEPCION: 20:00 HORAS	TANQUE: 13	PROCEDENCIA: DPTO. REFINACION
VOLUMEN CERTIFICADO:	BUQUE/TANQUE:	DESTINO: PLANTA DE VENTAS

PROPIEDADES	METODO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES	
	ASTM		MIN.	MAX
DENSIDAD:				
Gravedad API	D 3142-05	16,5		Reportar
Gravedad Especifica a 15.6/15.6°C	D 3142-05	0,9561		Reportar
FLUIDEZ:				
Viscosidad Cinemática a 60°C, cSt	D 2170-01a(06)	311	250	500
Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-01a(06)	43		
ADHERENCIA:				
Revestimiento y Desprendimiento, %	D 3625-96(05)	>95		Reportar
CONTAMINANTES:				
Contenido de Agua, % volumen	D 95-05e1	0,00		0.2
VOLATILIDAD:				
Punto de Inflamación Tag Copa Abierta, °C	D 3143-98	46	27	
Destilación:	D 402-02			
Volumen Total Destilado hasta 360°C, %				
a 225°C		52,8	35	
a 260°C		73,2	60	
a 316°C		95,6	80	
Rsduo de la Destilación a 360°C, % del Vol. por diferencia		75,2	65	
Pruebas al Residuo de la Destilación:				
- Viscosidad a 60°C, Poise	D-2171-01	752	600	2400
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D.113-99	>150	100	
- Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-01	99,8	99	

OBSERVACIONES: Según la Norma ASTM D 2028 - "Standard Specification for Cutback Asphalt (Medium Curing Type), el ensayo mandatorio en el residuo de la destilación es la viscosidad a 60°C y opcionalmente la penetración a 25°C; en ningún caso se requiere de ambos ensayos.

La temperatura óptima de riego para este producto se encuentra entre 64 y 81°C

Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.

1. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN SÓLO A LA MUESTRA ANALIZADA.

2. PRODUCTO DENTRO DE ESPECIFICACIÓN.

CODIGO DE MUESTRA: **01291**

ORIGINAL: CLIENTE	ELABORADO POR: CARLOS LLANTOY ZERRÓN Ficha N° 55090	APROBADO POR: RAYMUNDO RAMIREZ SOC. FICHA 55116
-------------------	--	--

F-OCLAB-PT-15.01.

"PETROPERU, MEJORANDO LA CALIDAD DE VIDA"

FIN DE INFORME

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LIMA/AREQUIPA - PACHAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ANIGADO

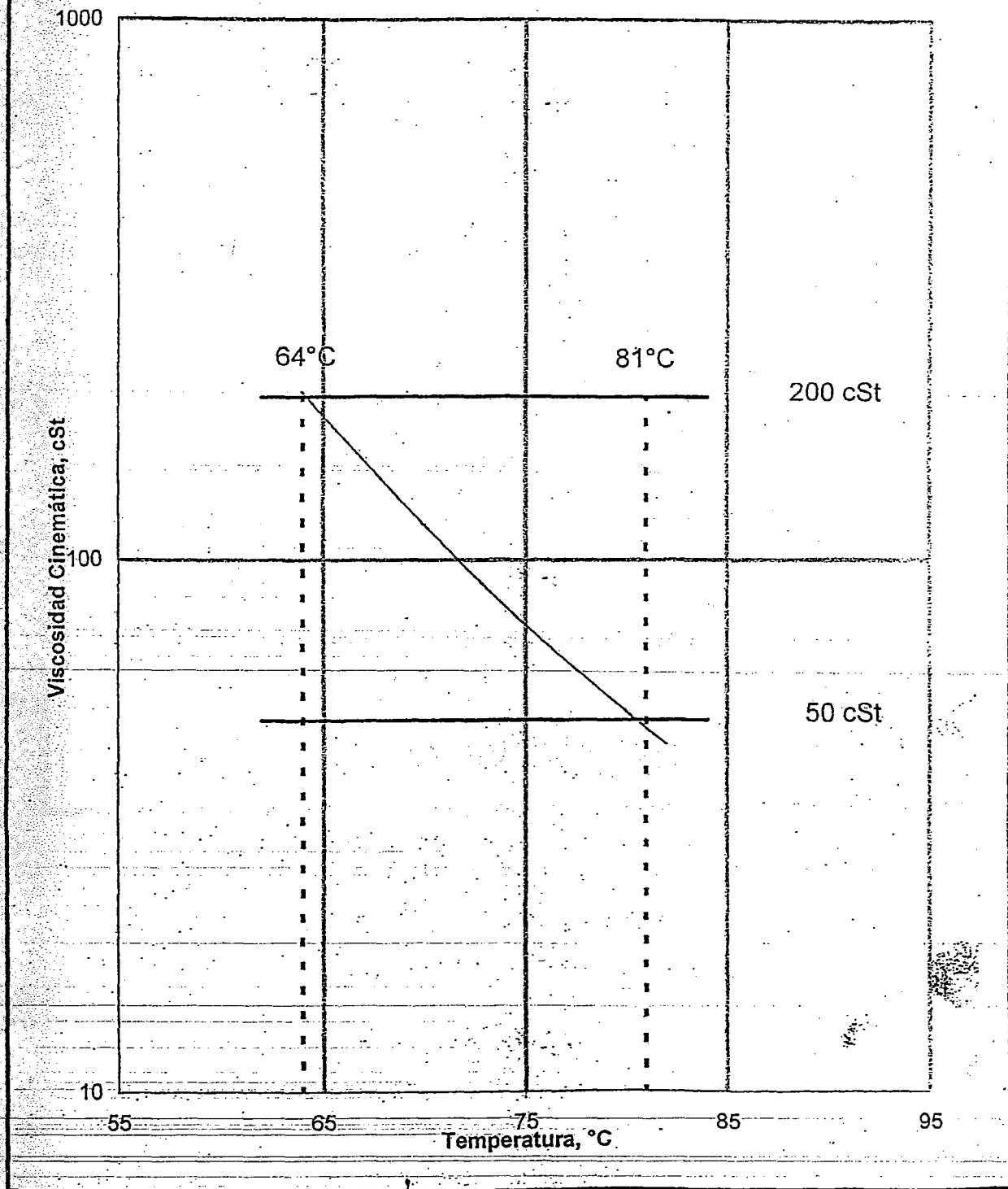
PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACION DE PETROPERU

RUBEN MANCO H
ING. ASISTE.

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LIMA/AREQUIPA - PACHAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUMIGA DE YAUDES - HUACHAS

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Óptima de Riego
TQ. 22 - A. L. RC-250 - 15.01.a. - 20:00 horas

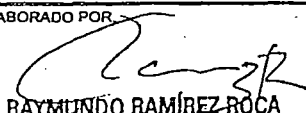
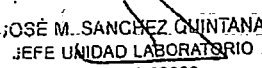


CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CENTRAL CARRETE - LUNAHUANA - PACAPAM
 CHUPACA - YREHAS - TAJAMO ZHIGA BY. YAUTOS - RORCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CARRETE - LUNAHUANA - PACAPAM
 CHUPACA - YREHAS - TAJAMO ZHIGA BY. YAUTOS - RORCHAS

INFORME DE ENSAYO (ASFALTO LIQUIDO RC 250)

N° GOPC-LAB-0271-2009

FECHA DE RECEPCION: 09.02.2009	FECHA DE REPORTE: 09.02.2009	EMBARQUE N°	
HORA DE RECEPCION: 05:25 HORAS	TANQUE: 13	PROCEDENCIA: DPTO. REFINACION	
VOLUMEN CERTIFICADO:	BUQUETANQUE:	DESTINO: PLANTA DE VENTAS	
PROPIEDADES	METODO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
	ASTM		MIN. MAX.
DENSIDAD:			
Gravedad API	D 3142-05	16,0	Reportar
Gravedad Especifica a 15.6/15.6°C	D 3142-05	0,9593	Reportar
FLUIDEZ:			
Viscosidad Cinemática a 60°C, cSt	D 2170-01a(06)	423	250 500
Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-01a(06)	61	
ADHERENCIA:			
Revestimiento y Desprendimiento, %	D 3825-96(05)	>95	Reportar
CONTAMINANTES:			
Contenido de Agua, % volumen	D 95-05e1	0,00	0,2
VOLATILIDAD:			
Punto de Inflamación Tag Copa Abierta, °C	D 3143-98	36	27
Destilación:	D 402-02		
Volumen Total Destilado hasta 360°C, %Vol.			
a 225°C		51,0	35
a 260°C		75,5	60
a 316°C		91,8	80
Rsduo de la Destilación a 360°C, % del Vol. por diferencia		75,5	65
Pruebas al Residuo de la Destilación:			
- Viscosidad a 60°C, Poise	D 2171-01	1481	600 2400
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-99	>150	100
- Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-01	99,6	99
OBSERVACIONES:	Según la Norma ASTM D 2028 "Standard Specification for Cutback Asphalt (Medium Curing Type), el ensayo mandatorio en el residuo de la destilación es la viscosidad a 60°C y opcionalmente la penetración a 25°C; en ningún caso se requiere de ambos ensayos.		
	La temperatura óptima de riego para este producto se encuentra entre 66 y 82°C		
	Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.		
	1. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN SÓLO A LA MUESTRA ANALIZADA.		
	2. PRODUCTO DENTRO DE ESPECIFICACIÓN.		
CODIGO DE MUESTRA:	02666		
ORIGINAL: CLIENTE	ELABORADO POR:  RAYMUNDO RAMÍREZ ROCA	APROBADO POR:  JOSÉ M. SANCHEZ QUINTANA JEFE UNIDAD LABORATORIO Ficha N° 02808	

F:\OCLAB-PT-15.01

FICHA PETRÓPERU, MEJORANDO LA CALIDAD DE VIDA*

FIN DE INFORME

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETRÓPERU

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUASHA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV. YALUYOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUASHA - PACARAN
CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV. YALUYOS - RONCHAS

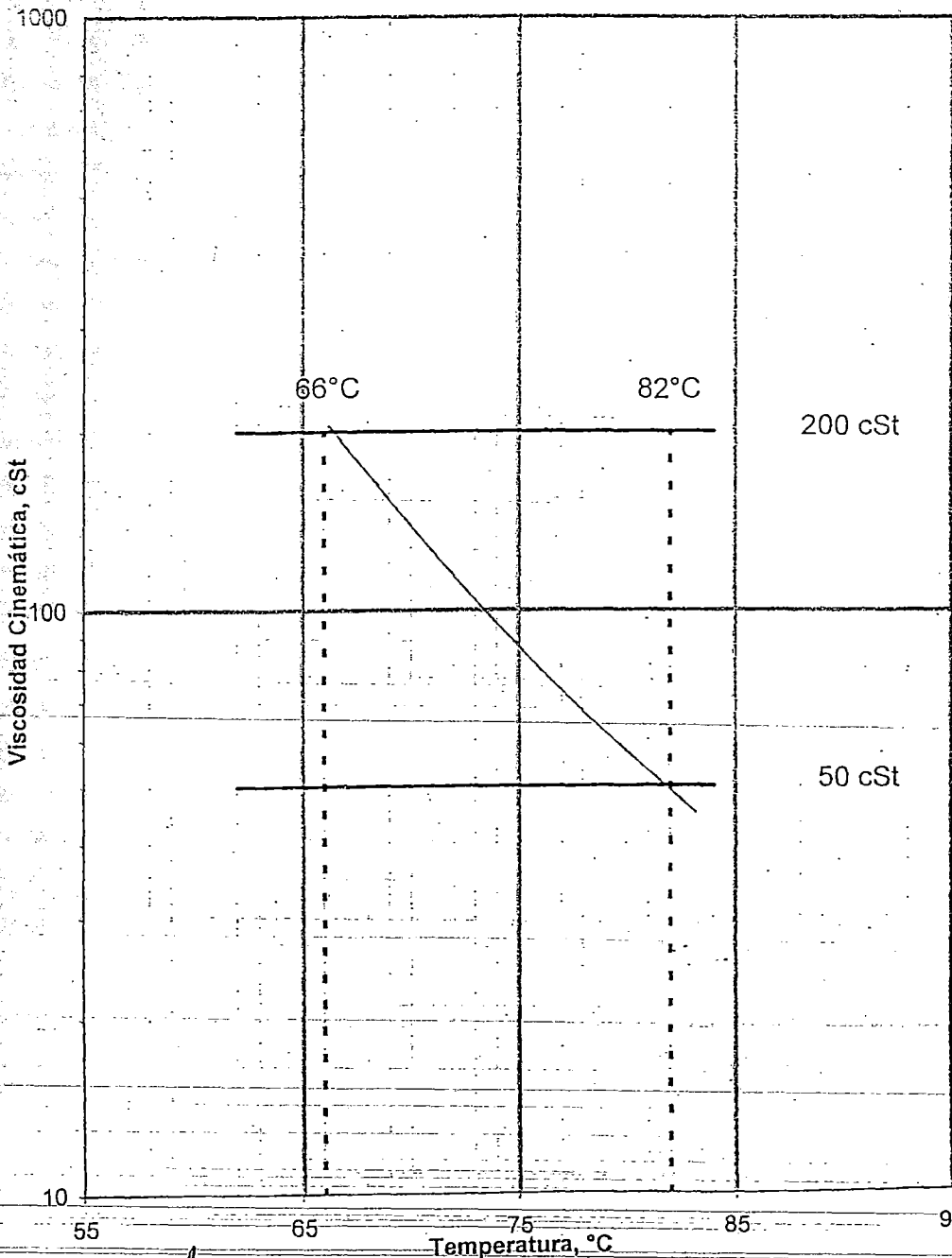
CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUASHA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV. YALUYOS - RONCHAS

ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
Calle El Orrieta Carabajal
Ingeniería y Pavimentos

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
TECNICO LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUASHA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV. YALUYOS - RONCHAS

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Riego
TQ. - A. L. RC-250 - 09.02.2009 - 05:25 horas



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ANTIGUA DV. YAUPOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ANTIGUA DV. YAUPOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ANTIGUA DV. YAUPOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA Y REHAB. TRAMO ANTIGUA DV. YAUPOS - RONCHAS

JAVIER ELORRIETA CARBAJAL
INGENIERO EN CARRETERAS Y PAVIMENTOS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
TECNICO LABORATORIO

Oficina Principal: Av. Paseo de la República 361, Lima 27 - Peru
Operaciones Conchán: Km 20.5, Antigua Panamericana Sur - Lima - Peru
Telfs.: (511) 295 7070 / 690 0690
Portal Empresarial: <http://www.petroperu.com>
Sociedad inscrita en la Partida N° 11014754 del Registro de Personas Jurídicas



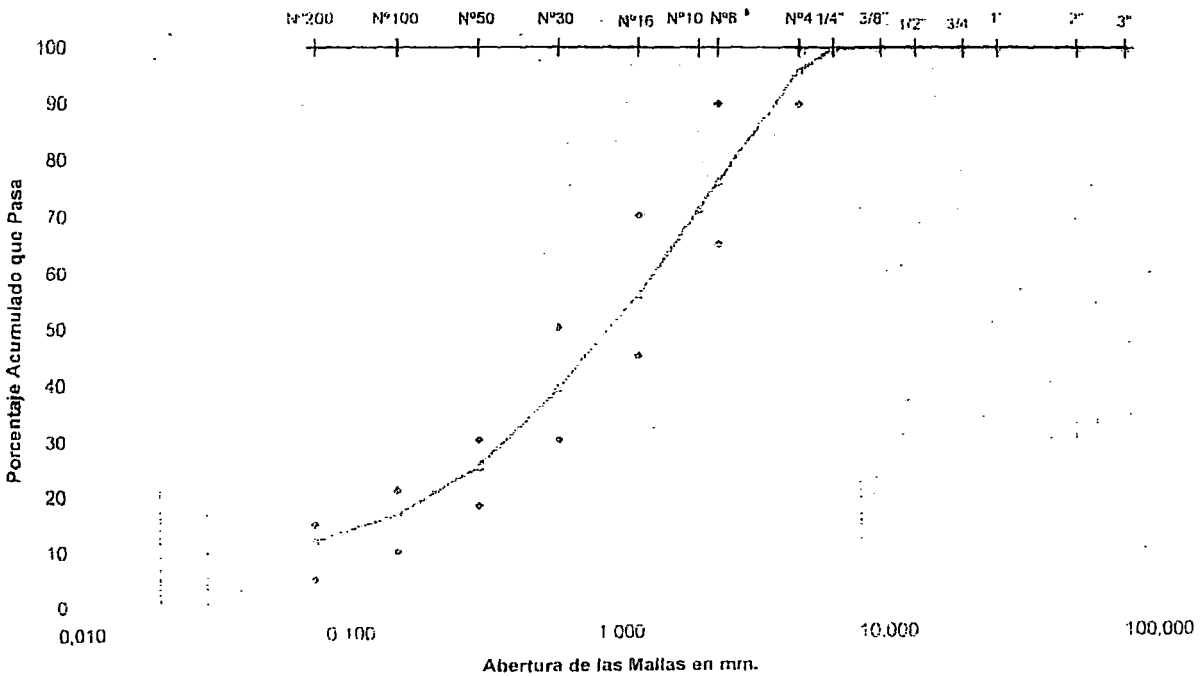
BITUPER S.A.C.

DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO

CONTRATISTA	ICCGSA	CANTERA	Km 105+000 Lad. Izq.
OBRA	Morteo asfáltico	UBICACION	Cañete -Lunahuana
MUESTRA No.	Arena Fina	MUESTREADO POR	El Contratista
FECHA	23/02/2009	ING° RESPONSABLE	Guido Calcina Z.

Abertura en mm.	Tamiz ASTM	% Retenido Parcial	% Rotonido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones TIPO II		DESCRIPCION DE LA MUESTRA :
76,200	3"	0.0	0.0	100,00			CARACTERISTICA MORTERO ASFALTICO P.U.S.S 1703 kg/m ³ RIEDEL WEBER 5° EQUIV. ARENA 60 %
50,000	2"	0.0	0.0	100,00			
25,400	1"	0.0	0.0	100,00			
19,000	3/4"	0.0	0.0	100,00			
12,700	1/2"	0.0	0.0	100,00			
9,500	3/8"	0.0	0.0	100,00	100	100	DOSIFICACION PARA MORTERO ASFALTICO % Respecto al Peso Agregado Seco
6,350	1/4"	0.2	0.2	99,82			
4,750	No.4	3.8	4.0	95,98	90	100	Emulsión 15,0 %
2,360	No.8	20,0	24,0	76,02	65	90	Agua de Recubrimiento 14,0 %
2,000	N° 10	4.8	28.7	71,26			Filler (Portland I) 0,5 %
1,180	N° 16	15,3	44,1	55,92	45	70	Respecto al m³ de Agregado Seco:
0,590	N° 30	16,6	60,6	39,36	30	50	
0,297	N° 50	14,1	74,7	25,29	18	30	Emulsión 67,6 gal/m ³
0,149	N° 100	8,7	83,4	16,58	10	21	Agua de Recubrimiento 63,0 gal/m ³
0,075	N° 200	4,6	88,0	11,96	5	15	Filler (Portland I) 8,5 kg/m ³
	< 200	12,0	100,0	0,0			

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL MORTERO ASFALTICO



BITUPER S.A.C.

[Signature]
 Terc. Roy Saira Roque
 INGENIERO CIVIL



BITUPER SAC

REPORTE DE LABORATORIO
HOJA RESUMEN

DISEÑO Y DOSIFICACION

CONTRATISTA : ICCGSA
OBRA : Morteo asfaltico
CANTERA : Km 105+000 Lad. Izq.
UBICACIÓN DE OBRA : Cañete -Lunahuana
MUESTREO POR : El Contratista
FECHA : 23/02/2009

EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA

Tipo de Construcción : Mortero Asfaltico
Rotura : Lenta Super Estable (C.S.E-1h)
Pen Base : 60/70
Fórmula de la Emulsión : 6100610121-01

DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO

Arena Pasante malla 1/4" : 99,3 % en Volumen
Filler(Cemento Portland tipo I) : 0,7 % en Volumen
Glns de emulsión/m3 : 67,6
Glns de agua/m3 : 63,0
Filler (Cemento Portland tipo I) Kg/m3 : 8,5

ENSAYOS REALIZADOS AL MORTERO ASFALTICO

PRUEBA	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
ABRACION	699,7 gr/m ²	807 gr/m ² (max.)
EXUDACION	310,0 gr/m ²	538 gr/m ² (max.)

ENSAYOS REALIZADOS A LA MEZCLA

TIEMPO DE MEZCLADO	>180 seg	120 seg (mín.)
--------------------	----------	----------------

ENSAYO DE COMPATIBILIDAD

WET STRPPING	99 %	Mín 90%
--------------	------	---------

BITUPER S.A.C.

Ing° Guido Ojeda Revilla
JEFE DE LABORATORIO

BITUPER S.A.C.

Tec. Roy Saira Roque
LABORATORIO CENTRAL

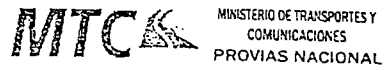
Notas:

El contratista deberá efectuar obligatoriamente los ensayos de abrasión y durabilidad.
La dosificación y características de la emulsión están diseñadas estrictamente para este agregado, en caso de cambiar de cantera o de observar variaciones significativas en los áridos originales, se deberá enviar muestras para efectuar nuevo diseño.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. Guía Peruana INDECOPI. GP 004:1993

BITUMENES DEL PERU SAC
Calle Parque Alto N° 300 - Surco
Telf 2473957 - Fax 2472927
e-mail: bituper@terra.com.pe

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



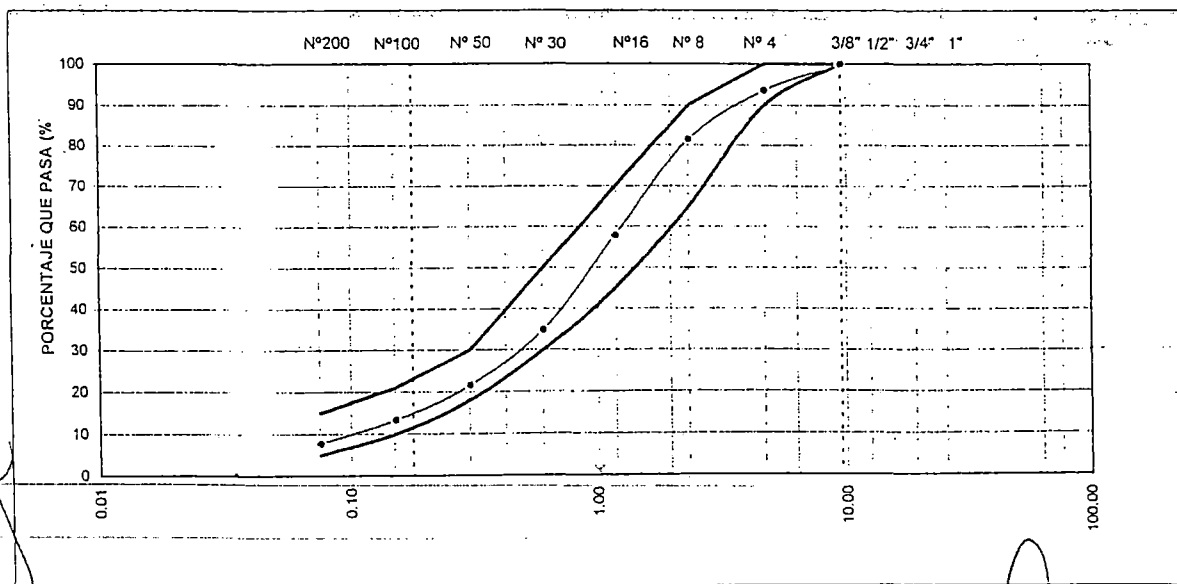
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 METODO AASHTO T-27 Y AASHTO T-88

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	TECNICO :	G.H.M
MATERIAL:	ARENA PARA SLURRY SAEI	REVISADO :	E.M.H
CANTERA:	KM: 115+000 L. DER	FECHA	08/12/2008
		CERTIFICADO	AS-001

TAMIZ	AASHTO T-27 ABERT. (mm)	PESO RETENIDO	(%) RETENIDO	(%) RET ACUM	(%) QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						TAMAÑO MAX. : 3/8"
2 1/2"	63.000						PLANTA ASF.
2"	50.000						PROGRESIVA INICIAL : Km.
1 1/2"	37.500						PROGRESIVA FINAL : Km.
1"	25.000						METROS LINEALES : m.
3/4"	19.000						LADO
1/2"	12.500						PESO TOTAL : g. 910.2
3/8"	9.500				100.0	100	FRACC. < # 4 : g.
1/4"	6.350						HUM. NATURAL : %
N° 4	4.750	58.4	6.4	6.4	93.6	90 - 100	OBSERVACIONES:
N° 8	2.360	110.2	12.1	18.5	81.5	65 - 90	
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	215.2	23.6	42.1	57.9	45 - 70	DISEÑO
N° 30	0.600	210.2	23.1	65.2	34.8	30 - 50	Grava chancada : %
N° 40	0.420						Arena chancada : %
N° 50	0.300	121.1	13.3	78.5	21.5	18 - 30	Arena zarandeada : %
N° 80	0.177						Filler - cal : %
N° 100	0.150	74.2	8.2	86.7	13.3	10 - 21	
N° 200	0.075	51.3	5.6	92.3	7.7	5 - 15	
< N° 200		69.6	7.6	99.9			

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. COMS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y RENHA TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

KAREN MENDO HUAMAN
 INO. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. COMS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y RENHA TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIERA...
 INO. LABORATORIO

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. COMS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y RENHA TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

000377

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

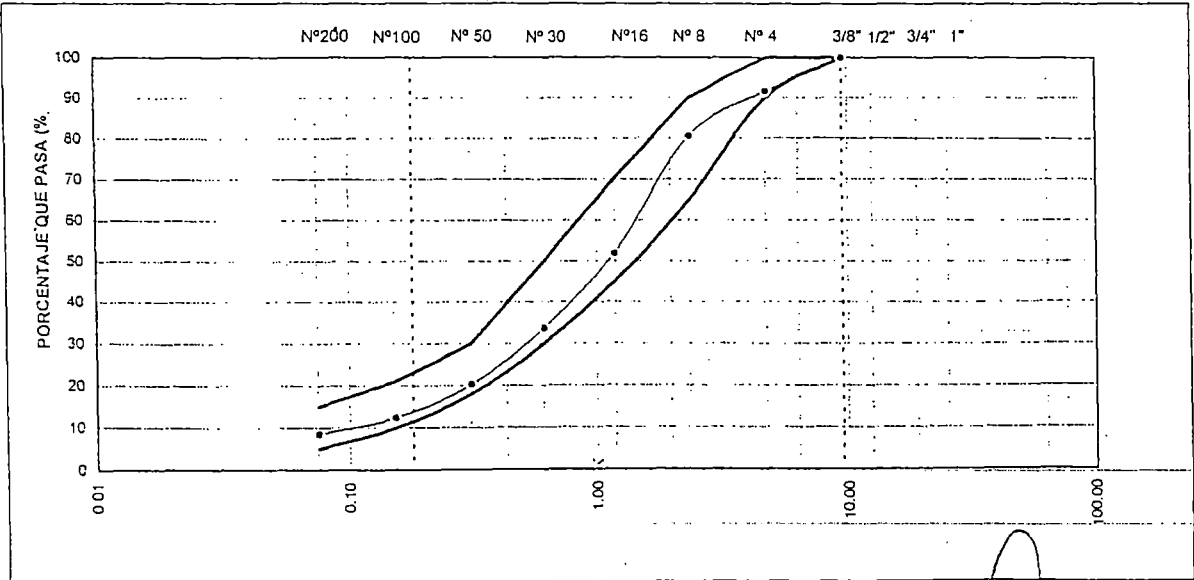


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 METODO AASHTO T-27 Y AASHTO T-88

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	TECNICO :	G.H.M
MATERIAL:	ARENA PARA SLURRY SAEL	REVISADO :	E.M.H
CANTERA:	KM: 115+000 L. DER	FECHA	09/10/2008
		CERTIFICADO	AS-002

TAMIZ	AASHTO T-27 ABERT (mm)	PESO RETENIDO	(%) RETENIDO	(%) RET ACUM	(%) QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						TAMAÑO MAX. : 3/8"
2 1/2"	63.000						PLANTA ASF. :
2"	50.000						PROGRESIVA INICIAL : Km.
1 1/2"	37.500						PROGRESIVA FINAL : Km.
1"	25.000					TIPO II	METROS LINEALES : m.
3/4"	19.000						LADO
1/2"	12.500						PESO TOTAL : g. 820.0
3/8"	9.500				100.0	100	FRACC. < # 4 : g.
1/4"	6.350						HUM. NATURAL : %
N° 4	4.750	68.5	8.4	8.4	91.6	90 - 100	OBSERVACIONES:
N° 8	2.360	90.5	11.0	19.4	80.6	65 - 90	
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	235.5	28.7	48.1	51.9	45 - 70	DISEÑO
N° 30	0.600	150.0	18.3	66.4	33.6	30 - 50	Grava chancada : %
N° 40	0.420						Arena chancada : %
N° 50	0.300	110.0	13.4	79.8	20.2	18 - 30	Arena zarandeada : %
N° 80	0.177						Filler - cal : %
N° 100	0.150	64.3	7.8	87.6	12.4	10 - 21	
N° 200	0.075	31.7	3.9	91.5	8.5	5 - 15	
< N° 200		69.5	8.5	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Handwritten signatures and stamps at the bottom of the page, including the text 'CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS' and 'LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS'.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

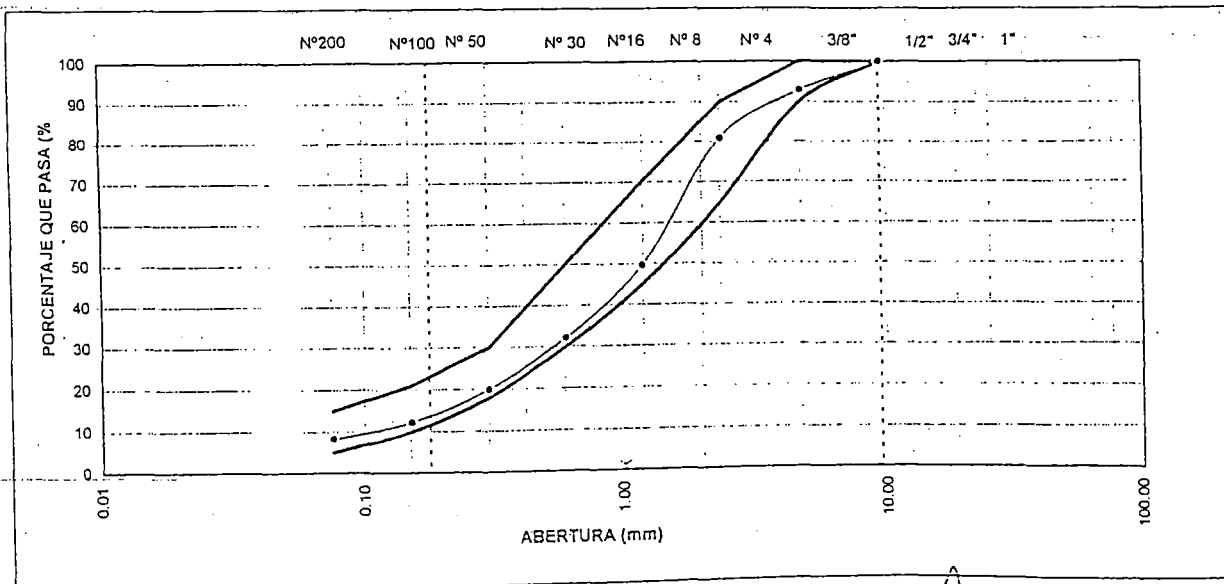
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 METODO AASHTO T-27 Y AASHTO T-88

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	TECNICO :	G.H.M
MATERIAL:	ARENA PARA SLURRY SAEL	REVISADO :	E.M.H
CANTERA:	KM: 115+000 L. IZQ	FECHA	09/12/2008
		CERTIFICADO	AS-001

TAMIZ	AASHTO T-27 ABERT (mm)	PESO RETENIDO	(%) RETENIDO	(%) RET ACUM	(%) QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						TAMAÑO MAX : 3/8"
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000					TIPO II	
3/4"	19.000						P. MATERIAL SI LAVAR : g. 725.6
1/2"	12.500						P. MATERIAL LAVADO : g. 656.6
3/8"	9.500				100.0	100	P. DEL ASFALTO : % 69.0
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	47.0	7.2	7.2	92.8	90 - 100	% DE ASFALTO RESIDUAL: % 9.509
Nº 8	2.360	78.1	11.9	19.1	80.9	65 - 90	
Nº 10	2.000						OBSERVACIONES:
Nº 16	1.190	205.5	31.3	50.4	49.6	45 - 70	DISEÑO
Nº 30	0.600	115.2	17.5	67.9	32.1	30 - 50	Arena zarandeada : % 98.5 % en volumen
Nº 40	0.420						Gls de Emulsion / m3 : % 61.6
Nº 50	0.300	80.2	12.2	80.1	19.9	18 - 30	Gls de Agua / m3 : % 62.4
Nº 80	0.177						Filler - Cemento Portla : % 1.5 % en volumen
Nº 100	0.150	50.4	7.7	87.8	12.2	10 - 21	Tipo I
Nº 200	0.075	25.3	3.9	91.7	8.3	5 - 15	
< Nº 200		54.9	8.4	100.1			

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: CONSERVACION VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS
 RUBEN MANCOHUAMAN
 ING. RESISTENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: CONSERVACION VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS
 JAVIER ALVARADO
 ING. CIVIL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: CONSERVACION VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

(Handwritten signature)

000378

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
 (NORMA AASHTO T-96)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	N° REGISTRO :	A-001
MATERIAL :	ARENA PARA SLURRY SEAL	REALIZADO :	G.H.M
CANTERA :	KM: 115+000 L. IZQ	REVISADO :	E.M.H
		FECHA :	09/12/2008

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :		PROGRESIVA :	KM: 115+000
MUESTRA :	M-01		
PROF. (m) :			

TAMIZ	GRADUACIONES			
	D	D	D	D
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
N° 4	2500	2500	2500	
PESO TOTAL	2500	2500	2500	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	650	685	700	
PESO OBTENIDO	1850	1815	1800	
N° DE ESFERAS	6	6	6	
PESO DE LAS ESFERAS	5002	5002	5002	
PORCENTAJE OBTENIDO	26.0	27.4	28.0	27.1

OBSERVACIONES :

ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO CENTRAL DE LIMA (ICCGSA)

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYOS - RONCHAS

RUBEN MANICO HUAMAN
 ING RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYOS - RONCHAS

JAVIER ESPARTEAGA LUCAS
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS


CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYOS - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

000379

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MITC  MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE DURABILIDAD
 (NORMA AASHTO T-104)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	N° REGISTRO : O-001
MUESTRA :	ARENA PARA SLURRY SEAL	REALIZADO : G.H.M
CANTERA :	KM: 115+000 L. IZQ.	REVISADO : E.M.H
		FECHA : 09/12/2008

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA:	M-01	PROGRESIVA : KM: 115+000
MUESTRA:		
PROF. (m):		

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
					PESO	%		
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"							
1/2"	3/8"							
3/8"	N° 4							
TOTALES								

AGREGADO FINO ZARANDEADO

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
					PESO	%		
3/8"	N° 04							
N° 04	N° 08	100	101.2	95.1	5.1	5.04	18.0	0.91
N° 08	N° 16	100	100.5	92.2	8.3	8.26	23.1	1.91
N° 16	N° 30	100	101.2	97.9	3.3	3.26	31.8	1.04
N° 30	N° 50	100	100.8	99.2	1.6	1.59	27.1	0.43
TOTALES			403.7	335.4			100.0	4.3%

OBSERVACIONES : Ensayos Realizado Con Sulfato de Sodio

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER PALMISTO
 ING. EN PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO



000300

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTCA MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

EQUIVALENTE DE ARENA
 (NORMA AASHTO T-176)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHU	N° REGISTRO : E-001
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO : G.H.M
MATERIAL	: ARENA PARA SLURRY SEAL	REVISADO : E.M.H
CANTERA	: K.M: 115+000 L. IZQ	FECHA : 09/12/2008

CALICATA :	MUESTRA : M-01	PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm		4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación			07:30	07:32	07:34		
Hora de salida de saturación (mas 10')			07:40	07:42	07:44		
Hora de entrada a decantación			07:42	07:44	07:46		
Hora de salida de decantación (mas 20')			08:02	08:04	08:06		
Altura máxima de material fino	mm		4.50	4.40	4.40		
Altura máxima de la arena	mm		3.20	3.10	3.10		
Equivalente de Arena	%		71	70	70		71

Observaciones:

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO, RONCHAS

MURÉN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO, RONCHAS

JAVIER MORALES
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO, RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

000321

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
 (NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y : REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	N° REGISTRO : P-001 REALIZADO : G.H.M REVISADO : E.M.H
MATERIAL	: ARENA PARA SLURRY SEAL	FECHA : 09/12/2008
CANTERA	: 115+000 L. DER	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01	PROGRESIVA	KM 115+000
---------	--------	------------	------------

AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	400.1	400.0	400.2		
B	Peso Frasco + agua	642.3	645.9	646.9		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1042.4	1046.9	1047.1		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	891.0	894.8	894.8		
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	151.4	152.1	152.3		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	398.1	398.2	398.3		
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	149.4	150.3	150.4		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.629	2.618	2.615		2.621
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.643	2.630	2.628		2.633
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.665	2.649	2.648		2.654
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.502	0.452	0.477		0.48

Observaciones:

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

.....
 RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

.....
 JAVIER ESPINOSA CASASAL
 ING. MUESTRAS Y COLECCIONES

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN -
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

.....
 EOGAN MOSQUERA HUAYTA
 TÉCNICO LABORATORIO

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTCA MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

PESO UNITARIO SUELTO
 (NORMA AASHTO T-19)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	N° REGISTRO	: P.U.S-001
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	TECNICO	: G.H.M
MATERIAL	: ARENA PARA SLARRY SAEL	REVISADO	: E.M.H
CANTERA	: KM: 115+000 L.DER	FECHA	: 09/12/2008

AGREGADO FINO ZARANDEADO

CANTERA	CALICATA	PROGRESIVA	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		12050	12000	12050		12033
Peso del recipiente	(Kg)		8477	8477	8477		8477
Peso de la muestra	(Kg)		3573	3523	3573		3556
Volumen	(m ³)		2112	2112	2112		2112
Peso unitario	(Kg/m ³)		1.692	1.668	1.692		1.684
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara	(g)						
Peso de tara + muestra humeda	(g)						
Peso de tara + muestra seca	(g)						
Peso Agua	(g)						
Peso Suelo Seco	(g)						
Contenido de humedad	(%)						
Peso unitario compactado seco	(Kg/m ³)						
PROGRESIVA							
Peso del recipiente + muestra	(Kg)						
Peso del recipiente	(Kg)						
Peso de la muestra	(Kg)						
Volumen	(m ³)						
Peso unitario	(Kg/m ³)						
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara	(g)						
Peso de tara + muestra humeda	(g)						
Peso de tara + muestra seca	(g)						
Peso Agua	(g)						
Peso Suelo Seco	(g)						
Contenido de humedad	(%)						
Peso unitario compactado seco	(Kg/m ³)						


Observaciones:


CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 RUBEN MANCOSHUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 JAVIER HUAYTA GARCIA
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL


CGC
 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS


MTC
 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
 (NORMA MTC 219 - 1999)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA FORMATO	REALIZADO	S-001
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO	G.H.M
MATERIAL	: ARENA PARA SLURRY SEAL	FECHA	E.M.H
CANtera	: KM: 115+000 L. DER		09/12/2008

AGREGADO FINO

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio %
	1	2			
MUESTRA					
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	60.25	61.30			
(2) Peso Tarro + agua + sal	124.60	135.20			
(3) Peso Tarro Seco + sal	60.27	61.32			
(4) Peso de Sal (3-1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	64.4	73.9			
(6) Porcentaje de Sal	0.031	0.027			0.029

Observaciones :

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER ALVARADO HUAMAN
 ING. SUPLENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO



000304

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

MTC

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
 COMUNICACIONES
 PROVIAS NACIONAL

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO - BITUMEN
 (AASHTO - T 182-84)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	CERTIFICADO	A-001
	:	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL	:	ARENA PARA SLURRY SEAL	REVISADO	E.M.H
CANTERA	:	KM: 115+000 L. IZQ	FECHA	09/12/2008

MUESTRA	:	1	2	3	
PEN	:				
RADICOTE	:				
TIPO DE ASFALTO (GRADO DE PENETRACION)		RC - 250	RC - 250	RC - 250	
RECUBRIMIENTO (%)		100%	100%	100%	
PORCENTAJE ESPECIFICADO (%)		Min. 95 %	Min. 95 %	Min. 95 %	
PORCENTAJE DE RECUBRIMIENTO ESTIMADO (%)		+ 95	+ 95	+ 95	
OBSERVACIONES:					
Ensayo realizado en Laboratorio de Obra					

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 PARA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

RUBEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 PARA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

JAVIER ESCOBAR GONZALEZ
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 PARA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

000385

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL



ENSAYO DE ADHESIVIDAD RIEDEL WEBER
 NORMA MTC E220 - 1999

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CERTIFICADO :	RW-001
MATERIAL :	ARENA PARA SLURRY SEAL	REALIZADO :	G.H.M
UBICACION :	KM.115+000 L.OER	REVISADO :	E.M.H
		FECHA :	09/12/2007

Tipo de Asfalto	EMULSION CATIONICA DE ROTURA LENTA SUPER ESTABLE BASE 60/70
FILLER (CEMENTO PORTLAND TIPO I)	1.5%

Concentración (gr./lt Na2CO3)	Indice de Adhesividad	Observación
Agua Destilada	0	No hay desprendimiento
M/256 = 0.414	1	No hay desprendimiento
M/128 = 0.828	2	No hay desprendimiento
M/64 = 1.656	3	No hay desprendimiento
M/32 = 3.312	4	No hay desprendimiento
M/16 = 6.625	5	No hay desprendimiento
M/8 = 13.25	6	No hay desprendimiento
M/4 = 26.5	7	Desprendimiento Parcial
M/2 = 53.0	8	Desprendimiento Parcial
M/1 = 106.0	9	Desprendimiento total

Observaciones:

INDICE DE ADHESIVIDAD GRADO 6 - 9

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAS TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 KUIKEN MANCO HUAMAN
 ING. RESIDENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAS TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 JAVIER ALFARO VIEIRA
 ING. SUPLENTE

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAS TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO



BITUPER S.A.C

000299

CERTIFICADO DE CALIDAD DE ASFALTO EMULSIONADO

IDENTIFICACION

Producto : Emulsión BP-CSE-1H Cantidad : 6518 Glns
 Codigo :
 Fecha de Despacho : 11/02/2009 Obra : PAVIMENTACION
 Cliente : ICCGSA
 Transportista : TRANSPORTES EC & S Placa Rodaje : YQ-1204 / ZI-9639
 Ciudad de Destino : CATAHUASI - YAUYOS Guia : 11790

CARACTERISTICAS ANALIZADAS
(ASTM D 2397)

	Valor	BP-CR.L-1H Rango
- Viscosidad Saybolt - Furol a 25°C (77 °F).s.....(Lentas)	37.5	20 a 100
a 50°C (122 °F).s...(Rápidas)		
- Residuo por Evaporación, % en peso	60,3	57
- Tamizado (Retenido en la Malla # 20), %	0,01	0.1 máx
- Mezcla con Cemento, % máx.(Lentas)		2.0 máx
- Carga de Partícula	+	
- Potencial de Hidrógeno (pH)		
- Demulsibilidad, % en peso (Rápidas)		
- Tenor de Solvente, %		
- Estabilidad almacenamiento 24 h, %	0,5	1 máx
- Sedimentación a los 5 días, % máx.	2,2	5 máx
Prueba-sobre el Residuo por Evaporación:		
- Penetración 25°C, 100g, 5s, 0.1mm	57	40-90
- Pen Base	60/70	

BITUPER S.A.C.

Ing. Guido Chizma Zevallos
LABORATORIO CENTRAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZURIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

JAVIER TORRIETA CARBAJAL
ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

BITUPER S.A.C.

Ing. Italo Ortíz Ramírez
LABORATORIO CENTRAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZURIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

EDGAR MOSQUERA HUAYTA
TECNICO LABORATORIO

Bitumenes del Peru SAC

Calle Parque Alto N°300 - Santiago de Surco - Lima

Telf. 247-3957 247-3958 Fax: 247-2927

E-mail: bplaboratorio@gmail.com

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZURIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
CHUPACA - Y REHAB. TRAMO ZURIGA DV. YAUYOS - RONCHAS





BITUPER S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIDAD DE ASFALTO EMULSIONADO**IDENTIFICACION**

Producto : Emulsión BP-CSE-1H Cantidad : 6349 Glns
 Codigo :
 Fecha de Despacho : 07/02/2009 Obra : PAVIMENTACION
 Cliente : ICCGSA
 Transportista : TRANSPORTES EC & S Placa Rodaje : YG-9018/ZI-9639
 Ciudad de Destino : CATAHUASI - YAUYOS Guia : 11783

CARACTERISTICAS ANALIZADAS
 (ASTM D 2397)

	Valor	BP-CR.L-1H Rango
- Viscosidad Saybolt - Furol a 25°C (77 °F).s.....(Lentas)	34,6	20 a 100
a 50°C (122 °F).s...(Rápidas)		
- Residuo por Evaporación, % en peso	60,1	57
- Tamizado (Retenido en la Malla # 20), %	0,01	0.1 máx
- Mezcla con Cemento, % máx.(Lentas)		2.0 máx
- Carga de Particula	+	
- Potencial de Hidrógeno (pH)		
- Demulsibilidad, % en peso (Rápidas)		
- Tenor de Solvente, %		
- Estabilidad almacenamiento 24 h, %	0,6	1 máx
- Sedimentación a los 5 días, % máx.	2,3	5 máx
Prueba sobre el Residuo por Evaporación:		
- Penetración 25°C, 100g, 5s, 0.1mm	58	40-90
- Pen Base	60/70	

BITUPER S.A.C.

 Ing^o Guido Alcina Zevallos
 LABORATORIO CENTRAL

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CARRETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - YREBA - TRAMO ZURIGA DV. YAUYES - BONCHAS

 JAVIER ELORRIETA SARBALAJ
 ING. PUENTES Y PAVIMENTOS

BITUPER S.A.C.

 Ing^o Italo Ortiz Ramirez
 LABORATORIO CENTRAL

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CARRETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - YREBA - TRAMO ZURIGA DV. YAUYES - BONCHAS

 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

Bitumenes del Peru.SAC

Calle Parque Alto N°300 - Santiago de Surco - Lima

Telf. 247-3957 247-3958 Fax: 247-2927

E-mail: hnlaboratorio@gmail.com

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CARRETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - YREBA - TRAMO ZURIGA DV. YAUYES - BONCHAS

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CARRETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA - YREBA - TRAMO ZURIGA DV. YAUYES - BONCHAS


BITUPER S.A.C

CERTIFICADO DE CALIDAD DE ASFALTO EMULSIONADO

IDENTIFICACION

Producto : Emulsión BP-CSE-1H Cantidad : 5997 Glns
 Código :
 Fecha de Despacho : 27/01/2009 Obra :
 Cliente : ICCGSA
 Transportista : EC&S TRANSPORTE SRL Placa Rodaje : YI-2622 / ZI-9639
 Ciudad de Destino : YAUYS - CAÑETE Guia : 11748

 CARACTERÍSTICAS ANALIZADAS
 (ASTM D 2397)

	Valor	BP-CR.L-1H Rango
- Viscosidad Saybolt - Furol a 25°C (77 °F).s.....(Lentas) a 50°C (122 °F).s...(Rápidas)	31.5	20 a 100
- Residuo por Evaporación, % en peso	60.2	57
- Tamizado (Retenido en la Malla # 20), %	0.02	0.1 máx
- Mezcla con Cemento, % máx.(Lentas)		2.0 máx
- Carga de Partícula	+	
- Potencial de Hidrógeno (pH)		
- Demulsibilidad, % en peso (Rápidas)		
- Tenor de Solvente, %		
- Estabilidad almacenamiento 24 h, %	0.4	1 máx
- Sedimentación a los 5 días, % máx.	2.3	5 máx
Prueba sobre el Residuo por Evaporación:		
- Penetración 25°C, 100g, 5s, 0.1mm	59	40-90
- Pen Base	60/70	



BITUPER S.A.C.

 Ing. Guido Cescina Zevallos
 JEFE DEL LABORATORIO CENTRAL

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZURUGA DV. YAUYS - RONCHAS

 JAVIER FLORRIETA CARBAJAL
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

BITUPER S.A.C.

 Ing. Italo Ortiz Ramirez
 LABORATORIO CENTRAL

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZURUGA DV. YAUYS - RONCHAS

 EDGAR MOSQUERA HUAYTA
 TECNICO LABORATORIO

Bitumenes del Peru SAC

Calle Parque Alto N°300 - Santiago de Surco - Lima

Telf. 247-3957-247-3958 Fax: 247-2927

E-mail: bplaboratorio@gmail.com

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZURUGA DV. YAUYS - RONCHAS

 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

 CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA: SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN
 CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZURUGA DV. YAUYS - RONCHAS

 RUBEN MANCOSO HUAMAN
 INGA. REPRESENTANTE

ANEXO 9.0: VERIFICACIÓN DEL DISEÑO MÉTODO EMPÍRICO-MECANÍSTICO

El procedimiento de diseño consiste en escoger una adecuada combinación de espesores de capas y características de materiales (E, μ, h) para que los esfuerzos y deformaciones (σ_z, ϵ_z y ϵ_t) causados por las sollicitaciones a que se somete la estructura, permanezcan dentro de los límites admisibles durante la vida útil de la estructura que están constituyendo. El método se puede resumir en los siguientes pasos que se detallan a continuación

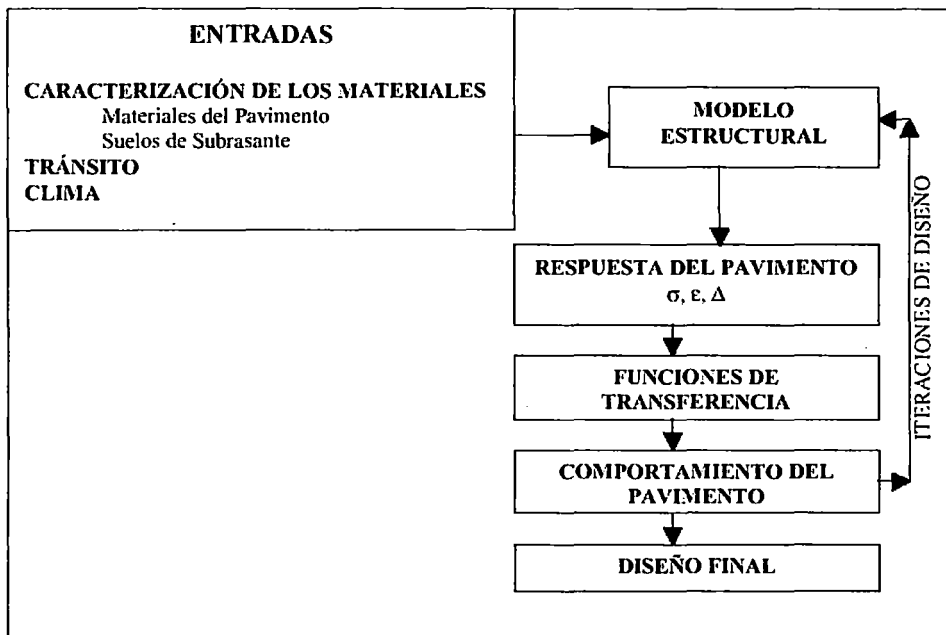


Figura A.09.1: Esquema de procedimiento de diseño según Método Empírico-mecánico.

Para la verificación del diseño se utilizó el programa EVERSTRESS, que es un programa de cálculo por teoría elástica de capas para simular tensiones y deformaciones en cualquier punto del paquete de pavimento.

- **Caracterización de los materiales**

Los materiales que forman parte de la estructura se consideran homogéneos e isotrópicos y se supone que las capas tienen una extensión infinita en sentido horizontal. En esta metodología se considera la estructura de pavimento como un sistema linealmente elástico, en el cual los materiales se encuentran caracterizados por:

- Módulos elásticos (E).
- Relación de Poisson (u).
- El espesor de la capa (h).

La estructura considerada para el diseño por el método racional es la siguiente:

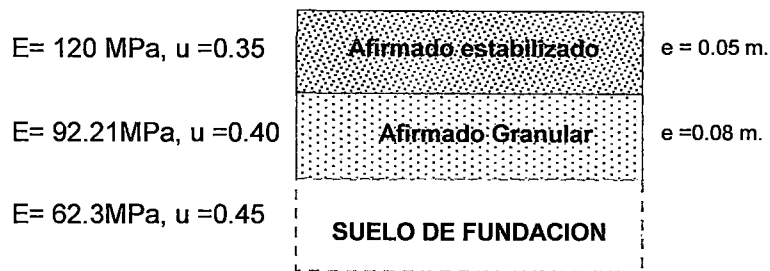


Figura A.09.3: Esquema de los datos de diseño

La caracterización de los materiales se ingresa al programa mediante *Prepare Input Data*

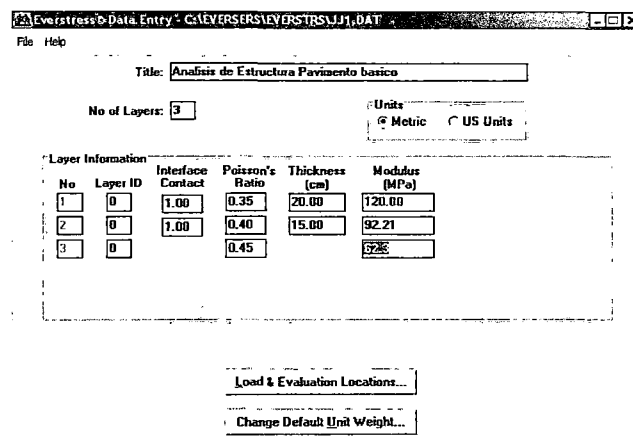


Figura A.09.2: Vista de ingreso de datos para caracterización de materiales.

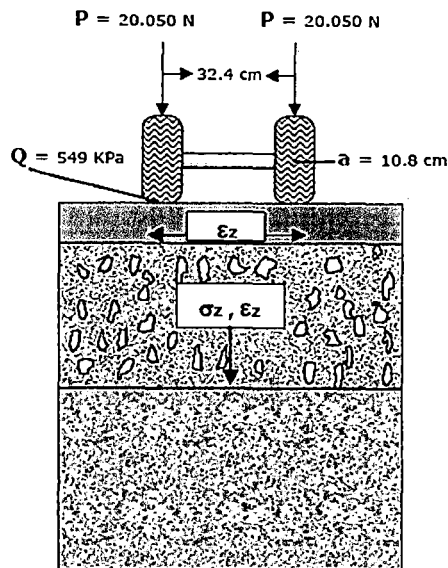
- **Condiciones de carga**

Radio de carga: 15.18 cm.

Presión de contacto: 552 kPa (80 psi).

Distancia entre llantas: 32.4 cm.

Tránsito esperado en término de ejes equivalentes: N



Para ingresar las características del tráfico se ingresa a la opción Load & Evaluation Locations que se encuentra dentro de la misma ventana del Input data, asimismo en esta opción se colocan los puntos de la estructura donde se requiere conocer los esfuerzos.

Load & Evaluation Points	
No of Loads:	2
No of X-Y Evaluation Points:	2
Load Information:	
X-Position (cm):	0.00 34.20
Y-Position (cm):	0.00 0.00
Load (N):	20050.0 20050.0
Pressure (kPa):	549.0 549.0
Radius (cm):	10.78 10.78
Evaluation Points:	
X-Position (cm):	0.00 16.20
Y-Position (cm):	0.00 0.00
Z-Position (cm):	4.999 4.999
Z-Position (cm):	13.000 13.000
Z-Position (cm):	
Z-Position (cm):	
Z-Position (cm):	
EPR	

Figura A.09.3: Venta de ingreso de datos para condiciones de carga.

- **Análisis del Pavimento**

Se guarda todo lo ingresado y se corre el programa ingresando a la pestaña Análisis del pavimento, aquí se selecciona el nombre de nuestro archivo creado en el paso anterior.

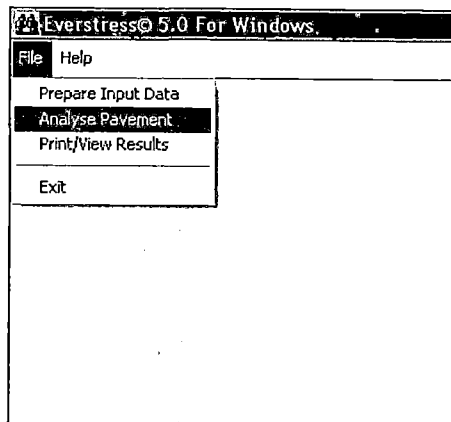


Figura A.09.4: Pestaña de ingreso a la opción análisis del pavimento.

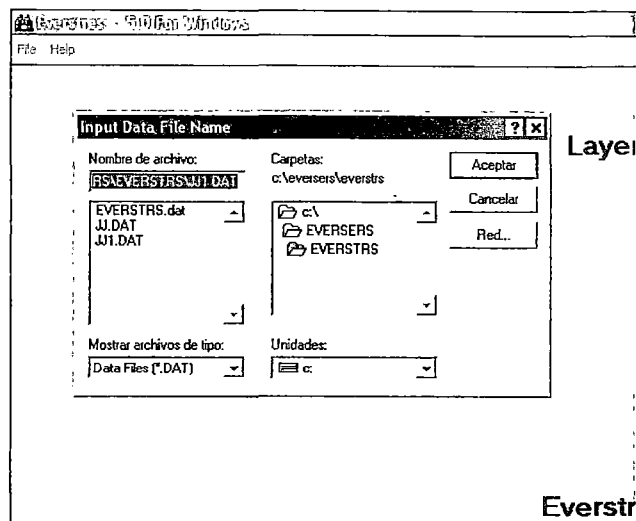


Figura A.09.5: Cuadro de dialogo para seleccionar el documento a analizar

- **Reporte de resultados**

Finalmente para observar el reporte del programa con los valores de esfuerzo calculado, se ingresa a la pestaña *Print/View Results*.

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Analisis de Estructura Pavimento basico

No of Layers: 3

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)
1	.35	20.000	120.00
2	.40	15.000	92.21
3	.45		62.30

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20050.0	549.00	10.782
2	32.40	.00	20050.0	549.00	10.782

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
4.999	1	-195.47	-198.92	-505.90	.00	5.23	.00
13.000	1	-33.88	-16.23	-291.38	.00	15.02	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
4.999	1	426.84	387.99	-3065.56	22.397	.000	1185.955
13.000	1	614.84	813.39	-2281.97	-17.712	.000	961.059

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-505.99	-198.92	-195.38	-3066.55	387.99	427.83
13.000	1	-292.25	-33.01	-16.23	-2291.79	624.66	813.39

Location No: 2

X-Position (cm): 16.200

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
4.999	1	-180.28	-66.93	-56.12	.00	.00	.00
13.000	1	-101.72	-5.58	-140.76	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
4.999	1	-1143.39	131.72	253.35	.000	.000	953.884
13.000	1	-420.89	660.73	-860.00	.000	.000	922.817

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-180.28	-66.93	-56.12	-1143.39	131.72	253.35
13.000	1	-140.76	-101.72	-5.58	-860.00	-420.89	660.73

ANEXO 10.0 METODOLOGÍA DE DISEÑO USACE

La metodología USACE se resume en asignar una **Clase** al camino a diseñar, basado en el número de vehículos obtenidos del estudio de tráfico; se establece también una **categoría de diseño** en función a los tipos de vehículos. En función a estos dos parámetros se definirá el **Índice de Diseño**.

Una vez definido este valor, mediante ábaco de la figura A.10.01 se definirá el espesor de la capa granular del pavimento requerido.

- **Determinación de la clase de la vía**

Tipo de Vehículo	Zúñiga 56+600 - Dv. Yauyos 128+800	
	IMD 2008	IMD 2013
Vehículo Ligero	21	113
Camioneta rural +micro	4	21
Ómnibus 2E	8	43
Ómnibus 3E	-	-
Camión 2 Ejes	-	-
Camión 3 Ejes	20	107
Camión 4 Ejes	-	-
Semitraylers	-	-
Traylers	-	-
TOTAL	53	284

Cuadro A10.01: Trafico en condiciones normales de operación -Tramo Zúñiga Dv. Yauyos.

Table 1. Criteria for selecting aggregate surface road class.

Road Class	Number of Vehicles per day
A	10,000
B	8,400-10,000
C	6,300-8,400
D	2,100-6,300
E	210-2,100
F	70-210
G	under70

Cuadro A10.02: Clase de vía según el número de vehículos por día (Fuente: TM 5-822-12 Design of Aggregate Surfaced Roads and Airfields)

IMD proyectado = 284 \longrightarrow Clase = E

- **Categoría de la vía**

La categoría de la vía se determina en función de la composición del tráfico según el porcentaje de vehículos en cada uno de los siguientes grupos:

Grupo I (vehículos ligeros)

Grupo II (camiones de dos ejes)

Grupo III (camiones de tres o más ejes)

Categoría I	Tráfico compuesto básicamente por vehículos ligeros (grupo I) puede contener no más de 1% del grupo II de vehículos.
Categoría II	Tráfico compuesto básicamente por vehículos ligeros (grupo I) puede contener no más de 10% del grupo II de vehículos. No son permitidos Camiones de tres o más ejes (grupo3) en esta categoría.
Categoría III	El tráfico contiene como mucho 15% de camiones (grupo 2), pero no más del 1% del total de tráfico compuesto por Camiones de tres o más ejes (grupo3).
Categoría IV	El tráfico contiene como mucho 25% de camiones (grupo 2), pero no más del 10% del total de tráfico compuesto por Camiones de tres o más ejes (grupo3).
Categoría IVA	El tráfico contiene más del 25% de vehículos del grupo 3.

Cuadro A10.03: Categoría de tráfico en función a la composición vehicular
(Fuente: TM 5-822-12 Design of Aggregate Surfaced Roads and Airfields)

De acuerdo a la composición del tráfico Grupo I (vehículos ligeros) = 40%

Grupo II (camiones de dos ejes) = 23 %, Grupo III (camiones de tres o más ejes) = 38%; se tiene que la categoría es **IVA**.

- Índice de Diseño

El índice de diseño se obtiene como una relación entre la categoría y la clase de la vía según el cuadro siguiente:

Traffic Category	Pavement Design Index for Road or Street Classification					
	A	B	C	D	E	F
I.....	2	2	2	1	1	1
II.....	3	2	2	2	2	1
III.....	4	4	4	3	3	2
IV.....	5	5	5	4	4	3
IVA.....	6	6	6	5	5	4
V (60-kilopound (kip) track-laying vehicles or 15 kip forklifts).....	7	7	7	7	7	(*)
500/day.....	6	6	6	6	6	(*)
200/day.....	6	6	6	6	6	(*)
100/day.....	6	6	6	6	6	6
40/day.....	6	6	6	5	5	5
10/day.....	5	5	5	5	5	5
4/day.....	5	5	5	5	4	4
1/day.....	5	5	5	4	4	4
VI (90-kip track-laying vehicles or 25 kip forklifts)						
200/day.....	9	9	9	9	9	(*)
100/day.....	8	8	8	8	8	8
40/day.....	7	7	7	7	7	7
10/day.....	6	6	6	6	6	6
4/day.....	6	6	6	6	6	6
1/day.....	5	5	5	5	5	5
1/week.....	5	5	5	4	4	4
VII (120-kip track laying vehicles):						
100/day.....	10	10	10	10	10	10
40/day.....	9	9	9	9	9	9
10/day.....	8	8	8	8	8	8
4/day.....	7	7	7	7	7	7
1/day.....	6	6	6	6	6	6
1/week.....	5	5	5	5	5	5

* Traffic limited to 100 vehicles per day.

Índice de diseño de pavimento según Metodología USACE Fuente: TM 5-822-12 Design of Aggregate Surfaced Roads and Airfields.

Clase E, Categoría IV A \longrightarrow Índice de diseño =5

- CBR de diseño = 20%

• DETERMINACION DEL ESPESOR DE AFIRMADO

Finalmente con los datos de CBR de diseño igual a 20% y un Índice de diseño igual a 5, se utiliza el ábaco de la Figura A.10.1, y se obtiene un espesor de afirmado mínimo de 5.5" (13.7 cm).

Se redujo este espesor estabilizando el material granular; de acuerdo al método USACE el factor de equivalencia usado para suelos estabilizados con emulsión es igual a 1.15, por lo tanto la estructura final consta de un afirmado de 8 cm y un afirmado estabilizado de 5 cm y un recubrimiento superficial de 1 cm.

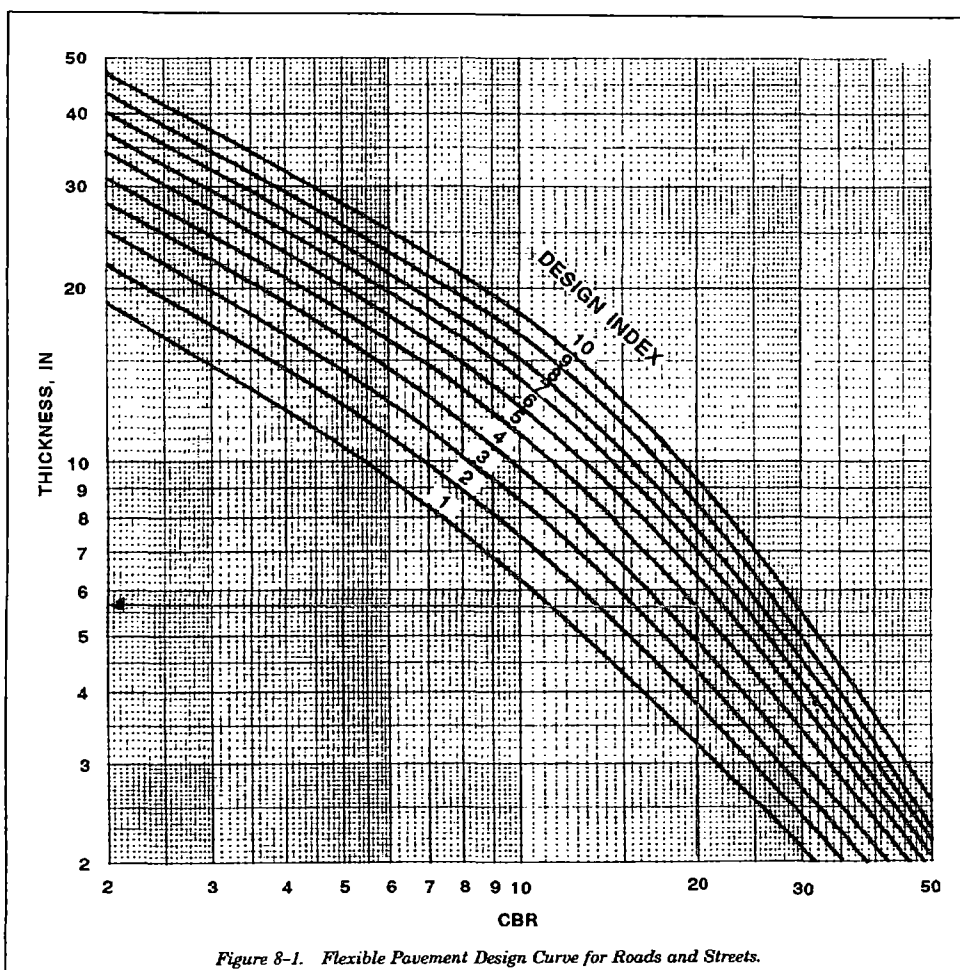


Figura A.10.1: Abaco para diseño de espesor mínimo de pavimento (USACE).